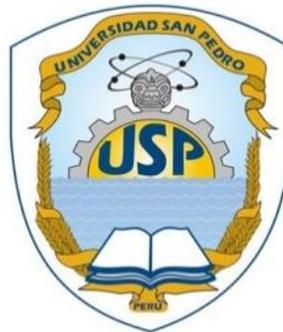


**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**Resistencia de concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución de 15%  
de cemento por cenizas de eucalipto de hornos artesanales.**

**Tesis para optar el título de Ingeniero Civil**

**Autor:**

**Villanueva Manrique, Janel Edwin**

**Asesor:**

**Flores Reyes, Gumercindo**

**Huaraz – Perú**

**2017**

## **INDICE**

PALABRAS CLAVES .....	i
TÍTULO .....	ii
RESUMEN .....	ii
ABSTRACT.....	iv
I: INTRODUCCION.....	1
II: METODOLOGÍA DEL TRABAJO. ....	23
III: RESULTADOS .....	25
IV: ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	50
V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	53
VI: DEDICATORIA.....	55
VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
VIII: ANEXOS .....	58

## **LISTA DE TABLAS**

<i>Tabla 1. Principales componentes del cemento portland.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 2. Porcentajes típicos que intervención de los óxidos.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 3. Requisitos granulométricos para los agregados.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 4: Cuadro de bloques de concreto.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 5. Análisis granulométrico del agregado fino.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 6. Análisis granulométrico del agregado grueso .....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 7. Contenido de humedad del agregado fino.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 8. Contenido de humedad del agregado grueso.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 9. Gravedad específica y absorción del agregado fino.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 10. Gravedad específica y absorción del agregado grueso.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 11. Peso unitario del agregado fino.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 12. Peso unitario del agregado grueso.....</i>	<i>30</i>

<i>Tabla 13. Datos a usarse para el diseño</i> .....	31
<i>Tabla 14. Dosificación para 9 probetas de concreto patrón</i> .....	42
<i>Tabla 15: dosificación para una probeta con sustitución de ceniza de eucalipto de 15%</i> .....	42
<i>Tabla 16. Ensayo de PH de la ceniza de eucalipto.</i> .....	44
<i>Tabla 17. Composición química de la ceniza de eucalipto.</i> .....	44
<i>Tabla 18. Resultados del ensayo a compresión d la resistencia promedio del concreto patrón a los 07,14 y 28 días de curado</i> .....	45
<i>Tabla 19. Resultados del ensayo a compresión del concreto con sustitución de 15% de cenia de eucalipto a los 07,14 y 28 días de curado</i> .....	46
<i>Tabla 20: Resistencias promedio a la compresión de las probetas de concreto con un porcentaje de cemento sustituido con cenizas de eucalipto de hornos artesanales según días de curado</i> .....	48
<i>Tabla 21 Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas</i> .....	48

#### **LISTA D E GRAFICOS**

Grafico 1. Curva granulométrica agregado fino .....	25
Grafico 2. Curva granulométrica agregado grueso. ....	27
Grafico 3. Curva de pérdida de masa – Análisis termo gravimétrico .....	43
Grafico 4. Curva calorimétrica ATD. ....	43
Grafico 5. Resistencia promedio del concreto patrón.....	45
Grafica 6. Resistencia promedio a compresión del concreto con sustitución de 15% de ceniza de eucalipto. ....	46
Grafico 7. Comparación de las propiedades químicas del cemento y la ceniza de eucalipto. .....	47
Grafico 8. Cuadro comparativo de la resistencia promedio del concreto patrón y concreto con sustitución de 15% de ceniza de eucalipto. ....	47

**PALABRAS CLAVES**

<b>TEMA</b>	RESISTENCIA DE CONCRETO
<b>ESPECIALIDAD</b>	TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

**KEY WORDS**

<b>TOPIC</b>	RESISTANCE OF CONCRETE
<b>SPECIALITY</b>	CONCRETE TECHNOLOGY

**LINEA DE INVESTIGACIÓN**

Área	2. Ingeniería y Tecnología
Sub-area	2.1 Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

## **TÍTULO**

**RESISTENCIA DE CONCRETO  $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$  CON  
SUSTITUCIÓN DE 15% DE CEMENTO POR CENIZA DE  
EUCALIPTO DE HORNOS ARTESANALES.**

## **RESUMEN**

En la presente investigación se tiene como objetivo principal determinar la resistencia a compresión del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución del 15 % de cenizas de eucalipto

al cemento a edades de 7, 14 y 28 días. La metodología de trabajo de investigación es de tipo correlacional y el diseño de investigación es experimental. En cuanto a la ceniza de eucalipto se usó el método de calcinación a una temperatura de 450 °C con una duración de 2 horas en el horno mufla.

El estudio consiste en realizar 18 probetas de concreto para los ensayos de resistencia a compresión, donde se efectuó tres (3) muestras de probetas de concreto para las edades de 7, 14 y 28 días.

La resistencia a la compresión del concreto con sustitución del 15 % de cenizas de eucalipto al cemento se obtuvo; a los 7 días de curado con una resistencia  $f'c = 153 \text{ kg/cm}^2$  y el concreto patrón con una resistencia de  $152.6 \text{ kg/cm}^2$  con una diferencia del 0.2% , a los 14 días de curado con una resistencia  $f'c = 176.8 \text{ kg/cm}^2$  y el concreto patrón con una resistencia de  $174.2 \text{ kg/cm}^2$  con una diferencia del 1.2% y a los 28 días de curado con una resistencia  $f'c = 215.2 \text{ kg/cm}^2$  y el concreto patrón con una resistencia de  $212.1 \text{ kg/cm}^2$  con una diferencia del 1.5%. Demostrando que la nueva adición puede ser usada en obras de construcción, brindándole a la población estructuras de alta resistencia.

## **ABSTRACT**

In the present research thesis is aimed to determine the compressive strength of the concrete  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  with replacement of 15% of ashes of eucalyptus with cement at an age of 7, 14 and 28 days. The methodology is correlational type and design research research is experimental. As for eucalyptus ash the method of calcination at a temperature of  $450^\circ \text{C}$  with a duration of 2 hours was used in the muffle furnace. The study consists of making 18 specimens of concrete for the testing of resistance to compression, where they were three (3) samples of test specimens concrete for the ages of 7, 14 and 28 days. The concrete compressive strength was obtained; 7 days of curing with resistance  $f'_c = 153 \text{ kg / cm}^2$ , 14 days curing with  $f'_c$  resistance =  $176.8 \text{ kg / cm}^2$  and 28 days of curing with resistance  $f'_c = 215.2 \text{ kg / cm}^2$

## **I: INTRODUCCION.**

(escalera, 2012) en su investigación sostiene que las hojas de eucalyptus, presentan contenidos de sílice que pueden tener carácter puzolánico.

Esto tiene un gran interés medioambiental puesto que las cenizas se consideran un desecho y pueden ser útiles para sustituir parcialmente al cemento en la elaboración de hormigones. Eso significa una reducción en la huella de carbono que conlleva el proceso de fabricación del cemento portland y, por tanto, del hormigón.

Con todo, y en el caso que nos ha servido como punto de partida que es la utilización de la ceniza de del eucaliptus y de la caña común como sustitutos de una parte del cemento en morteros y hormigones, si bien los resultados son prometedores, aún faltan futuras investigaciones que expliquen la influencia de la calidad del terreno, la influencia del tamaño de partícula en las muestras a incinerar, elaboración de prototipos, etc.

(Alberto, 2010) sostiene que se representa una caracterización y estudio del comportamiento puzolanico entre el hidróxido de calcio (CH) y cenizas de hojas de eucalipto que fue obtenido por calcinación de eucalipto a 600 °C durante 2 horas en un horno eléctrico de laboratorio. En una sustitución 0%, 5%, 10%, 15%.

Hoja de eucalipto cocida en atmósfera abierta y después se calentó a 600oC durante 2 h en un horno se encontró que era un material amorfo que contiene sílice amorfa. La ceniza se caracterizó por análisis químico, de polvo de difracción de rayos X y técnicas SEM. Reacciones de la ceniza con el hidróxido de calcio mostraron a puzolánica ser en la naturaleza. La reactividad puzolánica aumentó con el tiempo y la temperatura. Cuando el 20% en peso ceniza de hojas de eucalipto se mezcló con cemento Portland, la resistencia a la compresión es en menos de los 28 días de hidratación fue comparable a la que sin cenizas. Esto era debido a reacciones puzolánicas. El mecanismo de se ha discutido reactividad puzolánica.

Fernández (2009), Al usar la ceniza de hoja de eucalipto para uso estructural” tuvo como conclusión. Se pudo verificar por medios de ensayos de laboratorio realizados en esta

investigación que la ceniza de hoja de eucalipto puede ser utilizada como sustituto parcial del cemento Portland en mezclas de concreto con fines estructurales. Sin embargo es apropiado realizar una mayor cantidad de ensayos para dar certificación a su aplicación. El porcentaje óptimo de sustitución de cemento por ceniza de hoja de eucalipto es de 10 %, debido a que con el mismo se obtuvo un incremento en la resistencia compresión de 1,10 % en función de la mezcla patrón.

Guerrero (1984), indica que, las cenizas de eucalipto han sido estudiados en numerosas investigaciones, sea como reemplazo de parte del cemento portland, sea simplemente como adición en el hormigón en estudios, se ha comprobado que cuando se emplean las cenizas de eucalipto en porcentaje de 10 a 30 % de reemplazo, el agua necesaria para mezclado por unidad de volumen del hormigón generalmente no aumenta y a veces puede ser reducida; que la resistencia en las primeras edades, hasta los 28 días disminuye, pero en edades posteriores puede ser igual o mayor que el hormigón normal.

Mediante la presente investigación, se busca mejorar de manera específica la resistencia obtenida en el concreto, con una sustitución parcial del cemento por cenizas de eucalipto, el que beneficiara a las nuevas construcciones de viviendas en el Perú. En la actualidad se busca alternativas de recursos naturales para el diseño de un concreto de Alta Resistencia , nos lleva a darle mayor interés y difusión a una tecnología que en países desarrollados ya la usan varias décadas atrás y sabiendo que en toda nuestra región Ancash se encuentra presente esta planta, he ahí donde se fundamenta nuestra investigación que a corto plazo será una opción interesante para la construcción, debido a que las técnicas constructivas, ofrecerán en el futuro estructuras con los elementos más ligeros y delgados, pero con una resistencia sumamente mayor y aun costo menor.

Sin vulnerar el desequilibrio ecológico se ha tomado en principio la zona del departamento de Ancash y anexos muy próximos a la ciudad, perteneciente al Perú

.En el presente proyecto tratamos de contribuir con avances tecnológicos para obtener un mejor concreto estructural, se tendrá en cuenta el aspecto económico para que esté al alcance de la población; así mismo al obtener nuestro diseño de concreto se realizara las

pruebas de resistencia a la compresión en comparación a un concreto convencional y si los resultados son positivos, podremos hacer uso de ello como una alternativa para sustituir parcialmente al cemento en un concreto estructural, brindándole a la población estructuras de alta resistencia y a menor costo.

Por lo cual la razón principal del enfoque de esta tesis, es la implementación de la ceniza de eucalipto como sustituto porcentual (15%) del cemento en la elaboración de un concreto  $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ; con lo cual se busca mejorar las características de dicho concreto, a base de utilizar un material que se considera como desecho.

Con esta alternativa que se propone en esta tesis para la elaboración de concreto  $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , se ve beneficiado: el sector económico, social y ambiental.

El uso del concreto armado en el Perú se inicia por los años 20 aproximadamente. El concreto es una especie de maza pegante que tiene la propiedad de endurecer con el tiempo y es muy resistente a la compresión; por tal razón a lo largo de los años los ingenieros se han visto obligados a modificar los estándares de resistencia de acuerdo a las zonas donde se construye, es decir, ahora se tiene en consideración si una zona es sísmica o no, como por ejemplo, la isla de Japón al estar ubicada sobre 4 placas tectónicas, sus sistemas constructivos varían constantemente y la producción del concreto no es ajena a estos cambios.

En el caso de nuestro país, que también está sobre zona sísmica, los constructores se basan en el factor de seguridad Nro. 2 para el acero y  $210 \text{ kg/cm}^2$  para concreto, lo cual permite obtener una resistencia de sismo grado 8 en las edificaciones.

Se tiene que afirmar, lamentablemente, que el Perú ha sufrido, a lo largo de su historia, fuertes desastres naturales. Estos, obviamente, fueron (y aún lo son) imprevisibles, pero si se hubiera tomado las medidas necesarias, si se hubiera utilizado de manera correcta los recursos destinados a las mejoras de las viviendas y obras públicas, tal vez no se hubiera tenido que lamentar la pérdida de muchas vidas.

En la ciudad de Huaraz la población ha crecido considerablemente y como consecuencia de ese crecimiento muchas familias necesitan un lugar donde vivir, por tal motivo se ven

obligados a obtener terrenos de muy alto costo; y como mayormente son gente que percibe una economía mínima y no pueden construir sus casas de material noble, ni menos pueden costear para contratar a un ingeniero; Por tal motivo la alternativa de aplicar ceniza de eucalipto como sustituto del cemento bajaría el costo del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  tradicional.

Además la diversidad de aplicaciones que tiene el cemento en la actualidad hace que sea necesario elaborar productos de diferentes características, obedeciendo a las distintas necesidades de resistencia mecánica y química, color, tiempos de fraguado y costos, entre otras. Para lograrlo se requiere utilizar, en su elaboración, sustancias naturales o sintéticas que impriman al cemento las propiedades requeridas. Esta función la cumplen las llamadas adiciones, entre de las adiciones están las puzolanas que benefician económicamente.

**¿Cuál será la resistencia del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  cuando se sustituye el cemento en 15% por Cenizas de eucalipto de hornos artesanales?**

## **CONCRETO.**

“El concreto, es un material artificial que tiene similitud a la piedra natural y que se obtiene al efectuarse un adecuado mezclado entre cemento, agregados (piedra y arena), agua, aire y demás aditivos. A diferencia de las piedras naturales, al hormigón se le puede dar formas de acuerdo a las necesidades estructurales que se requieran; para lo cual se usan los encofrados” (Romero, 2004).

El concreto es uno de los materiales de construcción más utilizado en el mundo debido a que este puede desarrollar altas resistencias a la compresión simple, permite su fabricación in situ y su tecnología es ampliamente conocida (Romero, 2004).

### ***Clasificación Del Concreto***

Según su función mecánica o su composición, los hormigones adquieren las siguientes denominaciones:

- **Concreto simple:** Es el hormigón destinado a revestir esfuerzos de compresión, sin armaduras de ningún tipo; recibe este nombre tanto en fresco como en seco y endurecido.
- **Concreto armado:** Es el concreto en cuyo interior hay colocada una armadura de acero, la cual aporta, al producto final, capacidad para resistir esfuerzos de flexión y mejorar los de compresión.
- **Concreto pretensado:** Es el concreto en cuyo interior hay colocada una armadura compuesta de varillas de acero, sometidas previamente a la tracción antes del fraguado del hormigón.
- **Concreto postensado:** Resistencia a tracción: se introducen fundas.

## **DOSIFICACION DEL CONCRETO.**

El conocimiento de la dosificación de concreto es fundamental, permite especificar la clase de concreto para que sus propiedades, tales como la resistencia a los esfuerzos y durabilidad, respondan a las condiciones de los proyectos o de los reglamentos; y con los materiales disponibles en obra confeccionar concreto que cumplan con las propiedades especificadas. En ambos casos el objetivo es la predeterminación de las propiedades de los concreto con el más alto grado de exactitud posible (Romero, 2004).

### ***Bases Para Dosificación***

Las dos condiciones principales que debe reunir un hormigón son:

Resistencia y durabilidad; y de acuerdo a la clase de estructura deberá dosificarse para que las satisfaga: la resistencia como función de las tensiones admisibles que se adapten tanto sea a la compresión o a la flexión, o ambas, según los requisitos del cálculo, y la durabilidad para resistir la acción de los agentes exteriores. Una tercera condición, que sin ser fundamental como las anteriores es un importante factor, es la economía. Además existe aún otra impuesta por el hecho que durante la colocación del hormigón éste debe ser trabajable.

Estas cuatro condiciones resistencia, durabilidad, economía, y trabajabilidad son las que deben ser consideradas en la adecuada dosificación del hormigón. Es decir que, el concreto u hormigón deberá ser colocable con el grado apropiado, y que, con el

aprovechamiento más económico de los materiales disponibles, cuando haya endurecido deberá tener la resistencia prevista a los esfuerzos considerados y a los agentes exteriores (Romero, 2004).

#### **METODO DE DOSIFICACION.**

Son innumerables los métodos que se han llegado a establecer para la determinación de diferentes formas de dosificación de hormigones, entre los métodos más conocidos se puede enumerar:

- American Concrete Institute (A.C.I.)
- Densidad Máxima
- Bolomey
- De la Peña
- Fuller
- R. Vallete

Se puede anotar que en cualquier método el principio básico para la dosificación de los hormigones plásticos es la relación agua-cemento.

El método a utilizar en la presente investigación será el de la densidad máxima, ya que es un método que se ha desarrollado en el medio, el cual será chequeado por el método ACI.

#### **RELACION AGUA – CEMENTO.**

Según (Bailon, 1983) el principio básico para la dosificación de hormigones fue establecido por el profesor Abrams, del Lewis Institute y se la conoce como Ley de la relación agua - cemento y se define para mezclas plásticas con agregados limpios y de buena calidad, la resistencia y otras propiedades convenientes del hormigón, en las condiciones dadas de obra, es una función de las cantidades netas del agua de mezclado por unidad de cemento.

#### **ESTUDIO DE LOS AGREGADOS PARA CONCRETO**

Este es otro aspecto importante dentro de la dosificación de los hormigones y consiste en determinar la proporción de arena y grava más apropiada a las condiciones. Esto se lo puede hacer partiendo de:

- 1.- Módulo de Finura
- 2.- Densidad Máxima
- 3.- Curva Granulométrica apropiada
- 4.- Área de Cribado.

### **TRABAJABILIDAD, CONSISTENCIA Y PLASTICIDAD**

El término trabajabilidad se emplea para describir la facilidad o dificultad de colocar y terminar el hormigón en una determinada estructura o posición. Para cada tipo, o característica de obra existe una trabajabilidad adecuada, lo cual dependerá del tamaño y forma de los elementos que la constituyan, métodos de colocación y compactación.

El término consistencia de las mezclas de hormigón se refiere a su estado de fluidez y comprende la amplia escala posible, desde las más secas a las más fluidas.

Se denomina con plasticidad a una consistencia del hormigón tal que puede ser fácilmente moldeado, pero que le permita al hormigón fresco cambiar de forma lentamente si se saca el molde. Por esto no, puede considerarse como mezclas de consistencia plástica ni las muy secas ni las muy fluidas.

### **FRAGUADO Y ENDURECIMIENTO DEL CONCRETO.**

La pasta del concreto se forma mezclando cemento artificial y agua debiendo embeber totalmente a los áridos. La principal cualidad de esta pasta es que fragua y endurece progresivamente, tanto al aire como bajo el agua.

El proceso de fraguado y endurecimiento es el resultado de reacciones químicas de hidratación entre los componentes del cemento. La fase inicial de hidratación se llama fraguado y se caracteriza por el paso de la pasta del estado fluido al estado sólido. Esto se observa de forma sencilla por simple presión con un dedo sobre la superficie del concreto.

Posteriormente continúan las reacciones de hidratación alcanzando a todos los constituyentes del cemento que provocan el endurecimiento de la masa y que se caracteriza por un progresivo desarrollo de resistencias mecánicas.

El fraguado y endurecimiento no son más que dos estados separados convencionalmente; en realidad solo hay un único proceso de hidratación continuo.

En el cemento portland, el más frecuente empleado en los hormigones, el primer componente en reaccionar es el aluminato tricálcico con una duración rápida y corta (hasta 7-28 días).

Después el silicato tricálcico, con una aportación inicial importante y continua durante bastante tiempo. A continuación el silicato bicálcico con una aportación inicial débil y muy importante a partir de los 28 días.

El fenómeno físico de endurecimiento no tiene fases definidas. El cemento está en polvo y sus partículas o granos se hidratan progresivamente, inicialmente por contacto del agua con la superficie de los granos, formándose algunos compuestos cristalinos y una gran parte compuestos microcristalinos asimilables a coloides que forman una película en la superficie del grano. A partir de entonces el endurecimiento continua dominado por estas estructuras coloidales que envuelven los granos del cemento y a través de las cuales progresa la hidratación hasta el núcleo del grano.

El hecho de que pueda regularse la velocidad con que el cemento amasado pierde su fluidez y se endurece, lo hace un producto muy útil en construcción. Una reacción rápida de hidratación y endurecimiento dificultaría su transporte y una cómoda puesta en obra rellenando todos los huecos en los encofrados. Una reacción lenta aplazaría de forma importante el desarrollo de resistencias mecánicas. En las fábricas de cemento se consigue controlando la cantidad de yeso que se añade al clinker de cemento. En la

planta de concreto, donde se mezcla la pasta de cemento y agua con los áridos, también se pueden añadir productos que regulan el tiempo de fraguado.

En condiciones normales un concreto portland normal comienza a fraguar entre 30 y 45 minutos después de que ha quedado en reposo en los moldes y termina el fraguado trascurridas sobre 10 ó 12 horas. Después comienza el endurecimiento que lleva un ritmo rápido en los primeros días hasta llegar al primer mes, para después aumentar más lentamente hasta llegar al año donde prácticamente se estabiliza.

El endurecimiento del concreto depende a su vez de la lechada o pasta formada por el cemento y el agua, entre los que se desarrolla una reacción química que produce la formación de un coloide “gel”, a medida que se hidratan los componentes del cemento. La reacción de endurecimiento es muy lenta, lo cual permite la evaporación de parte del agua necesaria para la hidratación del cemento, que se traduce en una notable disminución de la resistencia final. Es por ello que debe mantenerse húmedo el concreto recién colado, “curándolo” (Sanchez M, 2015).

### **EL CURADO DEL CONCRETO.**

Se define como tiempo de curado al periodo durante el cual el concreto es mantenido en condiciones de humedad y temperatura tales como para lograr la hidratación del cemento en la magnitud que se desea para alcanzar la resistencia seleccionada.

Entre los cuidados que hay que dar al hormigón una vez fabricado, el más importante es el curado, pues incide directamente en la resistencia (Sanchez M, 2015).

Durante el fraguado y en los primeros días de endurecimiento se produce pérdidas de agua produciéndose una serie de huecos, para evitar esto se debe permitir que se desarrollen nuevos procesos de hidratación lo que se consigue cuando el hormigón alcanza abundante agua, lográndose luego aumentos en la resistencia (Hernandez, 2005).

***Tiempo Inicial De Fraguado:*** Tiempo transcurrido a partir del contacto inicial entre el cemento y el agua de mezclado, hasta alcanzar una resistencia a penetración de 3.4 Mpa (35 kgf/ cm<sup>2</sup>)

**Tiempo De Fraguado Final:** Tiempo transcurrido a partir del contacto inicial entre el cemento y el agua de mezclado, hasta alcanzar una resistencia de 27.4 Mpa (280 kgf/cm<sup>2</sup>)

## **ESTUDIO DE LOS MATERIALES COMPONENTES DEL CONCRETO U HORMIGÓN**

### **CEMENTO.**

(Romero, 2004) Define que, el cemento es un material pulverizado que además de óxido de calcio contiene: sílice, alúmina y óxido de hierro y que forma, por adición de una cantidad apropiada de agua, una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto en el agua como en el aire. Se excluyen las cales hidráulicas, cales aéreas y yesos. A medida que varían los contenidos de C<sub>2</sub>S, C<sub>3</sub>S, C<sub>3</sub>A, CAF se modifican las propiedades del cemento Portland, por lo tanto se pueden fabricar diferentes tipos con el fin de satisfacer ciertas propiedades físicas y químicas para situaciones especiales. Por ser unos de los cementos más ampliamente usado y fabricado en todo el mundo, el cemento portland representa un ejemplo adecuado en el análisis de composición y propiedades de los cementos.

Las materias primas para la fabricación de cemento Portland son los minerales ricos en C<sub>a</sub>O sílice, alúmina y óxido de hierro. Estos minerales al ser horneados reaccionan unos contra otros y forman una serie de óxidos complejos (Clinker) que junto con el C<sub>a</sub>O que no reacciona, alcanzan un equilibrio. El tabla n° 4 muestra los principales componentes del cemento Portland con sus respectivas abreviaciones. En este caso C = C<sub>a</sub>O; S = SiO<sub>2</sub>; A = Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; F = Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y agua es denotada con H. La variación en porcentajes de estos componentes del cemento da como resultado diferentes tipos de cementos.

Tabla 1. *Principales componentes del cemento portland*

Nombre del componente	composición del oxido	Abreviación
Silicato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C <sub>3</sub> S
silicato bicálcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C <sub>2</sub> S
Aluminato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C <sub>3</sub> A
Aluminoferrico tetracálcico	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C <sub>4</sub> AF

### **Cemento Portland Tipo I:**

Es el destinado a obras de hormigón en general, al que no se le exigen propiedades especiales.

Tabla 2. *Porcentajes típicos que intervención de los óxidos.*

Nombre del componente	Oxido componente	Porcentaje típico
Cal combinada	CaO	62.50%
Silice	SiO <sub>2</sub>	21%
Alúmina	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.50%
Hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.50%
Cal libre	CaO	0%
Azufre	SO <sub>3</sub>	2%
Magnesio	MgO	2%
Alcalis	Na <sub>2</sub> O Y K <sub>2</sub> O	0.50%
Perdida al Fuego	P.F	2%
Residuo insoluble	R.I.	1%

Fuente: romero

### **LOS AGREGADOS.**

“Se da el nombre de agregados al material granular que resulta de la disgregación y desgaste de las rocas, o que se obtiene mediante la trituración de ellas. Para la fabricación de hormigones los agregados que se utilizan se clasifican en agregado fino y agregado grueso; de acuerdo al tamaño de las partículas del material” (Romero, 2004).

- **Tamaño Máximo:** Corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado.
- **Módulo De Fineza:** Criterio Establecido en 1925 por Duff Abrams a partir de las granulometrías del material se puede intuir una fineza promedio del material utilizando la siguiente expresión:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ rete. } (1\ 1/2", 3/4", 3/8", N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50 \text{ y } N^{\circ} 100)}{100}$$

#### **Agregado Fino.**

“Comúnmente denominado arena es el material cuyas partículas atraviesan una malla de 4.75 mm (tamiz # 4 A.S.T.M.) y son retenidas en el tamiz de 75 micras (0.075 mm, tamiz # 200 A.S.T.M.)” (Carrasco, 2014).

#### **Agregado Grueso**

“Comúnmente denominado grava es el material cuyas partículas son retenidas en una malla de 4.75 mm (tamiz # 4)” (Romero, 2004).

#### **Granulometría De Los Agregados**

Se denomina composición granulométrica de un árido cualquiera, a la gradación de sus partículas mediante escalas o tamices.

- **Curvas granulométricas.-** Es la graficación del conjunto de porcentajes en peso de los distintos tamaños de granos que lo integran en relación con el peso total.
- **Diámetro efectivo.-** Es aquel tamiz que deja pasar el 90% del material.
- **Diámetro máximo.-** Es aquel tamiz que deja pasar el 95% del material.

Tabla 3. *Requisitos granulométricos para los agregados.*

AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
TAMIZ	% QUE PASA	TAMIZ	% QUE PASA
3/8"	100	1 1/2"	100
N°4	95 a 100	1"	95 a 100
N°8	80 a 100	3/4"	-
N°16	50 a 85	1/2"	25 a 60
N°30	25 a 60	3/8"	-
N°50	10 a 30	N° 4	0 a 10
N°100	2 a 10	N°8	0 a 5
N°200	0 a 5		

Fuente: NTP

### ***EL AGUA***

El agua de amasado interviene en las reacciones de hidratación del cemento. La cantidad de la misma debe ser la estricta necesaria, pues la sobrante que no interviene en la hidratación del cemento se evaporará y creará huecos en el hormigón disminuyendo la resistencia del mismo. Puede estimarse que cada litro de agua de amasado de exceso supone anular dos kilos de cemento en la mezcla. Sin embargo una reducción excesiva de agua originaría una mezcla seca, poco manejable y muy difícil de colocar en obra. Por ello es un dato muy importante fijar adecuadamente la cantidad de agua.

Durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón se añade el agua de curado para evitar la desecación y mejorar la hidratación del cemento. (Romero, 2004)

El agua destinada al amasado así como la destinada para el curado, deben ser aptas para cumplir su función. El agua de curado es muy importante que sea apta pues puede

afectar más negativamente a las reacciones químicas cuando se está endureciendo el hormigón.

Normalmente el agua apta suele coincidir con la potable y están normalizados una serie de parámetros que debe cumplir. Así en la normativa está limitado el pH, el contenido en sulfatos, en ión cloro y los hidratos de carbono.

Cuando una masa es excesivamente fluida o muy seca hay peligro de que se produzca el fenómeno de la segregación (separación del hormigón en sus componentes: áridos, cemento y agua). (Romero, 2004).

## **EL EUCALIPTO**

El eucalipto, cuyo nombre científico es eucalipto globulus, es un árbol de hoja perenne. Su aspecto no tiene una forma fija ya que se han visto eucaliptos que miden 60 cm y otros, aunque son los menos ya que se consideran casi extinguidos, que llegan a los 150 metros.

Tienen una corteza seca y marrón, la cual, es muy problemática con altas temperaturas por el riesgo de incendio.

La forma de sus hojas es ovalada y tienen un color verdoso cuando son jóvenes y un color azulado en su etapa adulta. La hoja del eucalipto tiene un gran valor ya que es la principal materia prima del mismo.

Entre las características del eucalipto hay que decir que no toleran muy bien las bajas temperaturas. De hecho, salvo una especie muy concreta que soporta los 20 grados bajo cero, el resto de especies necesita temperaturas templadas (salles, 2001).

### ***Proceso Plantación De Eucalipto.***

- **Establecimiento:**

Preparación del suelo para la plantación. En esta etapa se establecen las plantas de eucalipto en el terreno previamente preparado y se aplican los nutrientes deficitarios en el suelo para apoyar el crecimiento de la planta.

Figura 1: preparación de terreno y plantas de eucaliptos.



Fuente: Sihuas noticias

#### ▪ **Tratamientos Silviculturales**

Durante el crecimiento del bosque se desarrollan todos los tratamientos silviculturales necesarios para obtener un bosque óptimo a la edad de cosecha, como por ejemplo, control y manejo de plagas, manejo de renovales, etc.

Asimismo, constantemente se trabaja en la construcción y mantenimiento de caminos y de cortafuegos a fin de prevenir incendios forestales.

*Figura 2: mantenimiento.*



Fuente: Sihuas noticias.

#### ▪ **Cosecha**

Consiste en el aprovechamiento del bosque cuando ha alcanzado su edad óptima de crecimiento y calidad, para obtener madera que es transformada en trozos y astillas.

Figura 3: *leña de eucalipto*.



Fuente: Sihuas noticias.

### **PROCEDIMIENTO PARA OBTENER LA CENIZA**

Las cenizas q se utilizara para la investigación serán de los hornos artesanales:

- La leña de eucalipto serán quemados en el horno artesanal (pre-quemado).
- Se tamizara la ceniza para descartar partículas medianas.
- Se realizara el ATD de la ceniza para calcular el tiempo de quemado de la ceniza.
- Finalmente la ceniza será incinerado en el horno mufla.

### **DISEÑO DEL CONCRETO**

(sanchez, 2001) Sostiene que el diseño de concreto es la mezcla de todos los materiales que lo integran (agregados, agua, cemento), y lo define como el diseño de concreto es el proceso de selección de los materiales, para que tenga una buena trabajabilidad y consistencia adecuada, y toma como dimensiones a la trabajabilidad definiéndolo como la capacidad de ser colocado y consolidado, ensayos (Cono de Abrams), que mide la consistencia y fluidez del diseño de mezcla, la consistencia que es el estado de fluidez, que t n dura o blanda esta la mezcla, la plasticidad es cuando es concreto fresco cambia de forma y la exudación que consiste en qué parte del agua de mezclado tiende a elevarse a la superficie durante el proceso de fraguado.

El diseño de concreto es un procedimiento empírico, y aunque hay muchas propiedades importantes del concreto, la mayor parte de procedimientos de diseño están basados principalmente en lograr una resistencia a compresión para una edad determinada así como la manejabilidad apropiada para un tiempo determinado, además se debe diseñar

para unas propiedades que el concreto debe cumplir cuando una estructura se coloca en servicio.

Una mezcla se debe diseñar tanto para estado fresco como para estado endurecido. Las principales exigencias que se deben cumplir para lograr una dosificación apropiada en estado fresco son las de manejabilidad, resistencia, durabilidad y economía.

### **DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI**

El Comité 211 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas bastante simple el cual, basándose en algunas tablas nos permite obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cubica de concreto.

En los diseños por lo general se establecen algunas limitaciones con la que se diseñan las mezclas entre ellas se tienen:

- Relación agua/cemento máximo.
- Contenido mínimo de cemento.
- Contenido máximo de aire.
- Asentamiento.
- Tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- Resistencia en compresión mínima.

Requisitos especiales relacionadas con la consistencia promedio, el empleo de aditivos, o la utilización de tipos especiales de cemento o agregados.

Independientemente de las limitaciones el diseño de mezcla se sigue la siguiente secuencia:

Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia en compresión especificada y la desviación estándar de la compañía constructora.

- Selección del tamaño máximo nominal del agregado.
- Selección del asentamiento.
- Selección del volumen unitario de agua de diseño.
- Selección del contenido de aire.
- Selección de la relación agua/cemento por resistencia y por durabilidad.
- Determinación del Factor Cemento.

- Determinación del contenido de agregado grueso.
- Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso.
- Determinación del volumen absoluto de agregado fino.
- Determinación del peso seco del agregado fino.
- Determinación de los valores de diseño de cemento, agua, aire, agregado fino y agregado grueso.
- Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado.
- Determinación de la proporción en peso de diseño u de obra.
- Determinación de los pesos por tanda de bolsa de cemento

### **PROPIEDADES DEL CONCRETO ASOCIADO A LA INVESTIGACIÓN**

Aunque el concreto tenga varias propiedades en estado fresco y endurecido sólo desarrollaremos dos de ellos ya que están relacionadas a la investigación:

#### ***Consistencia.***

Es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; entendiéndose que cuanto más húmeda mayor es la facilidad con la que el concreto fluirá. Las Normas Alemanas clasifican la consistencia del concreto en tres grupos:

- **Concretos consistentes:** son los que tienen la humedad necesaria como para apretarlos y que estas se adhieran a la mano.
- **Concretos plásticos:** son definidos como aquellos que tiene el agua necesaria para dar a la masa una consistencia pastosa.
- **Concretos fluidos:** son concretos que han sido amasados con tanta agua que la mezcla fluye como una pasta blanda.

Los norteamericanos clasifican al asentamiento mediante el método del cono del asentamiento (Método del Cono de Abrams) o Método del Slump, y define la consistencia de la mezcla por el asentamiento, medido en mm o pulgadas, de una masa de concreto que precisamente ha sido colocada en un molde metálico estándar de dimensiones definidas y sección troncocónica.

El asentamiento se mide como la diferencia de altura entre el molde metálico estándar y la masa de concreto después que ha sido retirado el molde que lo recubría.

Ahora existe una correlación entre la Norma Alemana y la Norma Americana que consideran:

- Consistencias secas corresponden asentamientos de 1” – 2” (25mm – 50mm)
- Consistencias plásticas corresponden asentamientos de 3” – 4” (75mm – 100mm)
- Consistencias fluidas corresponden asentamientos de 6” – 7” (150mm – 175mm)

Al controlar el asentamiento en obra se controla directamente la uniformidad en la consistencia y trabajabilidad necesarias para una adecuada colocación e indirectamente el volumen unitario de agua, la relación agua/cemento y las modificaciones en la humedad del agregado.

### ***Resistencia***

(sanchez, 2001) Define como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que utiliza como índice de su calidad.

La resistencia es considerada como una de las más importantes propiedades del concreto endurecido, siendo la que generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo. Pero debemos recordar que otras propiedades, tales como la durabilidad, permeabilidad o resistencia a la desgaste pueden ser más importantes que la resistencia, dependiendo de las características y de la ubicación de la obra.

En general, prácticamente todas las propiedades del concreto endurecido están asociados a la resistencia y es en función del valor de ella que se las cuantifica o cualifica. Sin embargo, debe siempre recordarse al diseñar una mezcla de concreto que muchos factores ajenos a la resistencia pueden afectar otras propiedades.

La Teoría de Abrams para un conjunto de materiales y condiciones. La resistencia del concreto esta principalmente determinada por la cantidad neta del agua empleada por unidad de cemento.

Posteriormente Bilkey ha demostrado que la resistencia del concreto está en función de cuatro factores:

- Relación agua/cemento
- Relación cemento/agregado
- Granulometría, perfil, textura superficial, resistencia y dureza del agregado
- Tamaño máximo del agregado

Adicionalmente se puede tener en consideración lo siguiente:

- Cambio en el tipo, marca, y tiempo de almacenamiento del cemento y materiales cementantes empleados.
- características del agua en aquellos casos que no se emplea agua potable.
- Presencia de limo, arcilla, mica, carbón, humus, materia orgánica y sales químicas en el agregado.
- Modificaciones en la granulometría del agregado con el consecuente incremento en la superficie específica y en la demanda de agua para una consistencia determinada.
- Presencia de aire en la mezcla, la cual modifica la relación poros-cemento, siendo mayor la resistencia del concreto cuanto menor es esta relación.
- Empleo de aditivos que pudieran modificar el proceso de hidratación del cemento y por tanto la resistencia del concreto.
- Empleo de materiales puzolánicos, cenizas o escorias finamente divididas, las cuales por si mismos pueden desarrollar propiedades cementantes.

Teniendo en consideración tanto su número como su complejidad, es evidente que una determinación segura de la resistencia del concreto únicamente puede basarse en mezclas de prueba, ya sea en el laboratorio o en obra, así como los resultados de la experiencia.

### ***Pruebas A Usarse***

Se usan las Normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) se emplearán algunos de ellos. A continuación, se describen brevemente en qué consisten:

- **Toma de muestras de concreto fresco**

Este método se refiere al procedimiento para obtener muestras de concreto fresco de mezcladoras fijas, pavimentadoras y camiones mezcladores, agitadores o volquetes.

- **Elaboración y curado en el laboratorio de muestras de concreto para ensayos de laboratorio**

Se establece el procedimiento para la elaboración y el curado de muestras de concreto en el laboratorio bajo estricto control de los materiales y condiciones de ensayo, usando concreto compactado por apisonado o vibración.

- **Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos**

La prueba determina la resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto para concretos con pesos unitarios superiores a 800kg/m<sup>3</sup>.

La prueba consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de este.

- ***Asentamiento del concreto***

Este ensayo determina el asentamiento del concreto en la obra y el laboratorio. El ensayo no es aplicable a concretos que tengan una cantidad apreciable del agregado grueso de 37.5 mm (1 ½”) o cuando el concreto no es plástico o cohesivo.

## **RESISTENCIA A COMPRESIÓN**

Algunas propiedades del concreto endurecido están relacionadas con esta resistencia, como son: densidad, impermeabilidad, durabilidad, resistencia a la abrasión, resistencia al impacto, resistencia a la tensión, resistencia a los sulfatos. Esto no quiere decir que estas propiedades sean una función simple y única de la resistencia a la compresión, sino que, un concreto de mayor resistencia a la compresión tendrá mejores propiedades (neville, 1999).

Se tienen las siguientes variables:

- **Variable independiente:**

Sustitución al cemento en un 15 % por Cenizas de eucalipto de hornos artesanales.

- **Variable dependiente:**

Resistencia de concreto a la compresión

La hipótesis planteada en la tesis es:

La sustitución al cemento en un 15% por cenizas de eucalipto de hornos artesanales, incrementaría la resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Se plantea como objetivo general: Determinar la resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución de 15% de cemento por cenizas de eucalipto de hornos artesanales, y como objetivo específico:

- Determinar el ATD, el tiempo de calcinación de la ceniza de eucalipto de hornos de artesanales.
- Determinar la composición de química de la ceniza de eucalipto de hornos artesanales, mediante FRX
- Determinar el PH del cemento y la ceniza de eucalipto de hornos artesanales de la mezcla.
- Determinar la relación agua/cemento de la mezcla patrón y experimental.
- Determinar la resistencia de la mezcla patrón y experimental.
- Comparar los resultados de la mezcla patrón y experimental mediante de relación y varianza.

## II: METODOLOGÍA DEL TRABAJO.

El tipo de investigación es Experimental, debido a que se tiene una variable independiente la cual es manipulable por el investigador.

**Tabla 4: Cuadro de bloques de concreto.**

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA DE UN CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCIÓN DE CEMENTO EN % POR CENIZA DE EUCALIPTO DE HORNOS DE LEÑA.	
	SIN SUSTITUCION 0%	CON SUSTITUCION 15%
<b>7</b>	P1 	P1 
	P2 	P2 
	P3 	P3 
<b>14</b>	P1 	P1 
	P2 	P2 
	P3 	P3 
<b>28</b>	P1 	P1 
	P2 	P2 
	P3 	P3 

Fuente:(elaboración propia)

Conformado por el conjunto de probetas de diseño de concreto a elaborarse su diseño en el Laboratorio de Suelos de la Universidad San Pedro considerando la resistencia a la compresión en relación a su diseño de concreto  $F_c$  210kg/cm<sup>2</sup>.

N = 18 probetas.

Donde:

N = tamaño de la población.

Testigos (probetas cilíndricas de concreto), necesarios para que podamos experimentar en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la universidad san pedro; para así poder fundamentar nuestra hipótesis; y está conformada por el conjunto pequeño de diseños de probetas de concreto derivado de la población.

Comprende 18 probetas o testigos cilíndricos, de los cuales:

- 9 serán concretos patrón.
- 9 serán reemplazados en 15% con ceniza de eucalipto al cemento.

Como técnica a usarse se tiene a la observación:

Materiales a usarse:

- Los agregados grueso y fino de utilizaron de la cantera Rolan – Tacllan – Huaraz y se realizaron los ensayos en el laboratorio de la universidad san pedro.
- La recolección de la leña de eucalipto se obtuvo de los alrededores de la ciudad de Huaraz, el pre- quemando se hizo en el horno artesanal, se realizó el ATD en la universidad nacional de Trujillo y finalmente para obtener la ceniza como puzolana se calcino en el horno mufla de la UNASAM a una temperatura de 450°C durante 2 horas.
- Se realizaron 9 probetas de concreto patrón y 9 probetas de concreto experimental.
- Se analizan y comparan los resultados de concreto patrón vs. Concreto experimental



### III: RESULTADOS

Los resultados obtenidos en diversos laboratorios, se muestran a continuación:

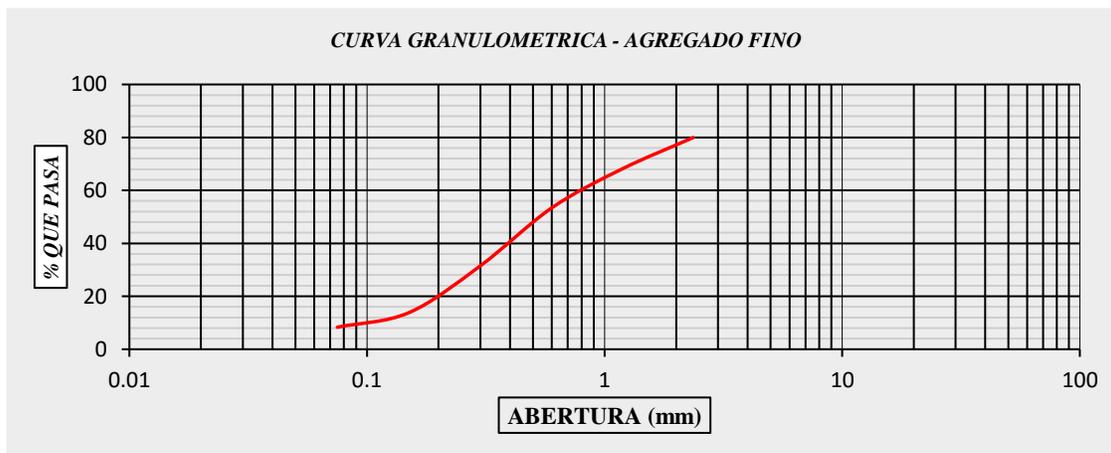
**Tabla 5. Análisis granulométrico del agregado fino.**

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA
Nº	ARETURA (mm)				
8	2.36	447.5	20.06	20.06	79.94
16	1.18	266	11.92	31.98	68.02
30	0.6	325.8	14.60	46.58	53.42
50	0.3	488.7	21.90	68.49	31.51
100	0.15	395	17.71	86.19	13.81
200	0.075	122.5	5.49	91.69	8.31
Plato		185.5	8.31	100.00	0.00
Total		2231	100.00		

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP

El peso total de la muestra era de 2231 gr. Con esta tabla se hace posible la construcción de la curva granulométrica. A continuación se muestra la curva granulométrica de la agregado fino.

**Grafico 1. Curva granulométrica agregado fino**



Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP

Se observa que la curva granulométrica del agregado fino si cumple los limites en los tamices N°04, N°08, N°16, N°30, N°50, N°100, Por lo tanto podemos afirmar que si cumple con las especificaciones. El módulo de fineza es de 2.50 por tanto está dentro del rango ya que es de 2.30 a 3.10, esto quiere decir que el material es una arena mediana. En la siguiente tabla observamos el porcentaje de pasantes y el porcentaje retenido del agregado grueso.

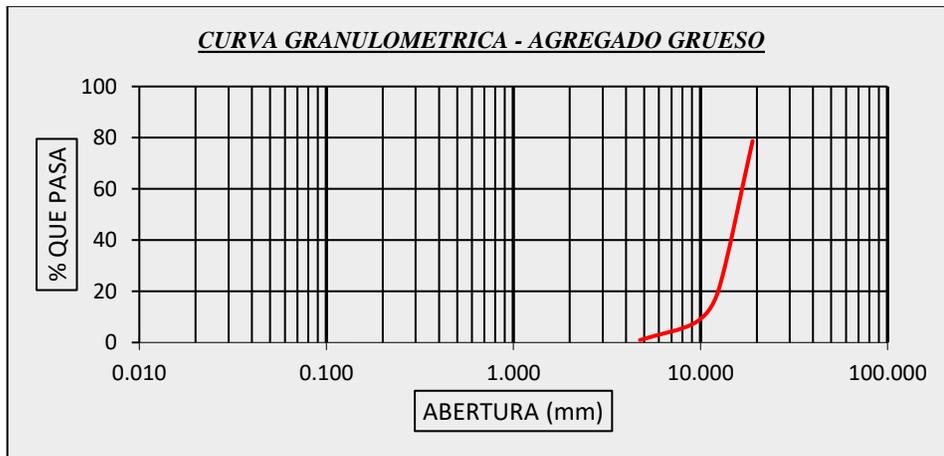
**Tabla 6. Análisis granulométrico del agregado grueso**

TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL	% PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
N°	ARETURA (mm)				
3/4"	19.000	3041	21.27	21.27	78.73
1/2"	12.500	8321	58.21	79.48	20.52
3/8"	9.500	1789	12.51	92.00	8.00
N° 4	4.750	1007	7.04	99.04	0.96
N° 8		137	0.96	100.00	0.0
total		14295			

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP

El peso de la muestra es de 14295 gr. Con esta tabla se hace posible la construcción de la curva granulométrica. El tamaño máximo nominal es de 3/4". En la siguiente figura se muestra la curva granulométrica del agregado grueso.

**Grafico 2. Curva granulométrica agregado grueso.**



Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP

**Tabla 7. Contenido de humedad del agregado fino.**

DESCRIPCION	MUESTRA	
Recipiente N°	30	31
Peso recipiente + peso húmedo	1279.6	1271.8
Peso recipiente + peso seco	1229.1	1221.3
Peso del agua	50.5	50.5
Peso recipiente (gr)	168.1	163.8
Peso agregado seco	1061	1057.5
Humedad (%)	4.76	4.78
<b>HUMEDAD PROMEDIO</b>	<b>4.8</b>	

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP

**Tabla 8. Contenido de humedad del agregado grueso.**

DESCRIPCION	MUESTRA	
Recipiente N°	1	13
Peso recipiente + peso húmedo	1246.9	1177.8
Peso recipiente + peso seco	1241.9	1172.8
Peso del agua	5	5
Peso recipiente (gr)	170.4	165.8
Peso agregado seco	1071.5	1007
Humedad (%)	0.47	0.50
HUMEDAD PROMEDIO	0.48	

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP

**Tabla 9. Gravedad específica y absorción del agregado fino.**

	IDENTIFICACION	# 26	# 30
A	Peso mat. Sat. Seca (en aire)	300	300
B	Peso frasco + H2O	678.4	683.1
C	Peso frasco + H2O (A+B)	978.4	983.1
D	Peso del mat. + H2O en el frasco	865.3	870.3
E	Vol. Masa + vol. Vacío (C-D)	113.1	112.8
F	Peso de mat. Seco en estufa (105° C)	297.1	297.2
G	Vol. Masa E-(A-F)	110.20	110.00
	Pe bulk Base seca (F/E)	2.63	2.63
	Pe bulk Base saturada (A/E)	2.65	2.66
	Pe aparente base seca (F/G)	2.70	2.70
	% absorción ((A-F)/F)*100	0.98	0.94
	% ABSORCION PROMEDIO	0.96	

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP

**Tabla 10. Gravedad específica y absorción del agregado grueso.**

IDENTIFICACION		# 6	# 13	# 16
A	Peso mat. Sat. Seca (en aire)	1132.8	1083.6	858.6
B	Peso mat. Sat. Seca (en agua)	712.6	682.5	539.2
C	Vol. Masa / vol. Vacío (A-B)	420.2	401.1	319.4
D	Peso mat. Seco en estufa (105° C)	1125.5	1076	852
E	Vol. Masa C-(A-D)	412.9	393.5	312.8
	Pe bulk Base seca (D/C)	2.68	2.68	2.67
	Pe bulk Base saturada (A/C)	2.70	2.70	2.69
	Pe aparente base seca (D/E)	2.73	2.73	2.72
	% absorción ((A-D)/D)*100	0.65	0.71	0.77
	% ABSORCION PROMEDIO		0.71	

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP

**Tabla 11. Peso unitario del agregado fino.**

Descripción	peso unitario suelto			peso unitario varillado		
	1	2	3	1	2	3
Peso material + molde	7595	7600	7590	8085	7990	7990
peso del molde	3426	3426	3426	3426	3426	3426
peso del material	4169	4174	4164	4659	4564	4564
Volumen del molde	2776	2776	2776	2776	2776	2776
Peso unitario	1502	1504	1500	1678	1644	1644
Peso unitario promedio	1502 kg/m <sup>3</sup>			1665 kg/m <sup>3</sup>		

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP

**Tabla 12. Peso unitario del agregado grueso.**

Descripción	peso unitario Suelto			peso unitario varillado		
	1	2	3	1	2	3
Peso material + molde	1860	1860	1860	1975	1977	1976
peso del molde	5333	5333	5333	5333	5333	5333
peso del material	1326	1326	1327	1441	1443	14427
Volumen del molde	9341	9341	9341	9341	9341	9341
Peso unitario	1420	1420	1421	1543	1546	1544
Peso unitario promedio	1421 kg/m3			1544 kg/m3		

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP

**Diseño de mezclas y sus respectivos ajustes de mezclas por el método del A.C.**

**Tabla 13. Datos a usarse para el diseño**

AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Módulo de fineza	2.5	tamaño máximo nominal	3/4 "
Contenido de humedad %	4.8	Contenido de humedad %	0.48
Absorción %	0.96	Absorción %	0.71
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	2.65	Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	2.7
Peso seco suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1502	Peso seco suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1421
Peso seco varillado (kg/m <sup>3</sup> )	1665	Peso seco varillado(kg/m <sup>3</sup> )	1544

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP



# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## I. SECUENCIA DE DISEÑO PARA EL CONCRETO PATRON

### 1.1. Resistencia de diseño

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

### 1.2. Selección del asentamiento del concreto

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de (ver tabla N° 01 en anexo):

$$3'' \text{ a } 4''$$

### 1.3. Selección del volumen unitario de agua

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3'' a 4'', sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño nominal de 3/4'', el volumen de agua es de (Ver tabla N° 02 en anexo):

$$200 \text{ lt/m}^3$$

### 1.4. Selección del contenido de aire

Se determina el contenido de aire atrapado para el agregado grueso de tamaño máximo nominal de 3/4'' es de (Ver tabla N° 03 en anexo):

$$2.0\%$$

### 1.5. Selección de la relación agua- cemento

Para una resistencia de diseño  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , sin aire incorporado, la relación agua/cemento es de (ver tabla N° 05 en anexo):

$$\frac{a}{c} = 0.68$$

### 1.6. Factor cemento

$$\text{factor cemento} = \frac{\text{volumen unitario}}{a/c} = \frac{200 \text{ lt/m}^3}{0.68} = 294.12 = 294.12 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{factor cemento} = 294.12 \text{ kg} \times \frac{1}{42.5} = 6.92 \text{ bolsas/m}^3$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
DE LA HUAYRA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD Y  
SEGURIDAD DE OBRAS

Ing. Elizabeth Maxa Ambrosio  
CP. 116644



# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
1.7. Contenido del agregado grueso

Módulo de fineza es de 2.50 y tamaño máximo nominal de 3/4" se obtiene un volumen de agregado grueso compactado de (ver tabla N° 04 en anexo):

**Interpolando**

$$\begin{array}{r}
 2.4 \text{ ---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} 0.66 \\
 2.5 \text{ ---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} x \\
 2.6 \text{ ---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} 0.64 \\
 \frac{2.4 - 2.6}{2.4 - 2.5} = \frac{0.66 - 0.64}{0.66 - x} \\
 x = 0.65
 \end{array}$$

- Contenido del agregado grueso ---->>  $X = 0.65$
- *Peso del ag. grueso = 1544 kg*

**Fórmula para el peso del agregado grueso:**

*Peso AG = vol. ag. grueso compactado × peso unitario seco compactado*

$$\text{Peso del agregado grueso} = 0.65 \times 1544 = 1003.6 \text{ kg/m}^3$$

**1.8. Cálculo de volumen absoluto**

$$\text{cemento} = \frac{294.12}{3.15 \times 1000} = 0.093 \text{ m}^3$$

$$\text{agua} = \frac{200}{1 \times 1000} = 0.200 \text{ m}^3$$

$$\text{aire} = 2.0 \% = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{ag. grueso} = \frac{1003.6}{2.7 \times 1000} = 0.372 \text{ m}^3$$

$$\sum \text{ de valores conocidos} = 0.685 \text{ m}^3$$

**1.9. Contenido de agregado fino**

$$\text{volumen absoluto del ag. fino} = 1 - 0.685 = 0.315 \text{ m}^3$$

$$\text{peso del ag. fino seco} = 0.315 \times 2.65 \times 1000 = 834.55 \text{ kg/m}^3$$

**1.10. Valores de diseño**





# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

$$\text{cemento} = 294.12 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agua} = 200.00 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{ag. fino seco} = 834.55 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ag. grueso seco} = 1003.6 \text{ kg/m}^3$$

## 1.11. Corrección por humedad del agregado

Corregimos por humedad de los agregados a fin de obtener los valores a ser usados:

### Agregado fino

$$\text{peso humedo ag. fino} = 834.55 \times (0.048 + 1)$$

$$\text{peso humedo ag. fino} = 834.55 \times (1.048) = 874.70 \text{ kg/m}^3$$

### Agregado Grueso

$$\text{peso humedo ag. grueso} = 1003.6 \times (0.0048 + 1)$$

$$\text{peso humedo ag. grueso} = 1001 \times (1.0048) = 1008.42 \text{ kg/m}^3$$

### ➤ Humedad superficial del agregado

$$\text{ag. fino} = \text{contenido de humedad} - \text{absorción}$$

$$\text{ag. fino} = 4.80 - 0.96 = 3.84 \%$$

$$\text{ag. grueso} = \text{contenido de humedad} - \text{absorción}$$

$$\text{ag. grueso} = 0.48 - 0.71 = -0.23 \%$$

### ➤ Aporte de humedad de los agregados

$$\text{ag. fino} = 834.55 \times 0.0384 = 32.05 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{ag. grueso} = 1005.6 \times -0.0023 = -2.31 \text{ lt/m}^3$$

$$\sum \text{de valores conocidos} = 29.70 \text{ lt/m}^3$$

### ➤ Agua efectiva

$$\text{agua efectiva} = 200 - 29.70 = 170.30 \text{ lt/m}^3$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
R.I.P. - HEIARA  
ANEXO LAS DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
EDIFICACIONES  
Ing. Elizabeth Maza Ambrasio  
CIP: 116544  
JEPF

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Tel: 043 341078 / 342808 / 328034 Fax 327695  
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Tel: 043 323505 / 326150 / 309486 - Bolagresí Av. Fco. Bolagresí 421 Tel: 340042  
- Nuevo Chimbote 01 -1 Urb. Las Casuarinas - Tel: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Tel: 043 319704  
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esp. Aguirre y Espinar - Tel: 043 345699 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

1.12. Pesos de los materiales corregidos

<i>cemento</i>	=	294.12 kg/m <sup>3</sup>
<i>agua</i>	=	170.30 lt/m <sup>3</sup>
<i>ag. fino humedo</i>	=	874.70 kg/m <sup>3</sup>
<i>ag. grueso humedo</i>	=	1008.50 kg/m <sup>3</sup>

1.13. Proporción en peso.

<i>cemento</i>	=	294.12 kg/m <sup>3</sup>
<i>agua</i>	=	170.30 lt/m <sup>3</sup>
<i>ag. fino humedo</i>	=	874.70 kg/m <sup>3</sup>
<i>ag. grueso humedo</i>	=	1008.50 kg/m <sup>3</sup>

$$\frac{294.12}{294.12} : \frac{874.70}{294.12} : \frac{1008.50}{294.12} : \frac{170.30}{294.12}$$

$$1 : 2.97 : 3.42 : 0.58 \text{ lt/bls}$$

Peso por tanda (una bolsa de cemento)

<i>cemento</i>	=	1.00 x 42.5	=	42.50 kg/bolsa
<i>agua</i>	=	0.58 x 42.5	=	24.65 lt/bolsa
<i>ag. fino humedo</i>	=	3.03 x 42.5	=	126.39 kg/bolsa
<i>ag. grueso humedo</i>	=	3.41 x 42.5	=	145.75 kg/bolsa

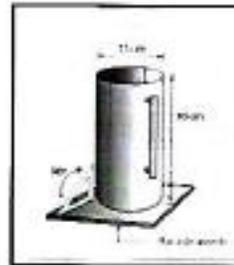
1.14. Calculo de material para una probeta

$$V = \pi \times R^2 \times h$$

$$V = \pi \times (7.5)^2 \times 12$$

$$V = 5301.44 \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ m}^3}{(100^3) \text{ cm}^3}$$

$$= 0.00530 \text{ m}^3$$



Peso para una probeta



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
PERU - HUANOCA  
LABORATORIO DE MATERIALES DE CONCRETO  
Ing. Elisabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JAPC



# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

$$\text{cemento} = 294.12 \times 0.00530 = 1.600 \text{ kg}$$

$$\text{agua} = 170.30 \times 0.00530 = 1.00 \text{ lt}$$

$$\text{ag. fino humedo} = 874.70 \times 0.00530 = 4.64 \text{ kg}$$

$$\text{ag. grueso humedo} = 1008.5 \times 0.00530 = 5.35 \text{ kg}$$

### 1.15. Peso para una probeta con el 20% de desperdicio

$$\text{cemento} = 1.60 \times 1.20 = 2.00 \text{ kg}$$

$$\text{agua} = 1.00 \times 1.20 = 1.20 \text{ lt}$$

$$\text{ag. fino humedo} = 4.64 \times 1.20 = 5.600 \text{ kg}$$

$$\text{ag. grueso humedo} = 5.35 \times 1.20 = 6.500 \text{ kg}$$

### 1.16. Para 9 probetas para concreto patrón

$$\text{cemento} = 2.00 \times 9 = 18.00 \text{ kg}$$

$$\text{agua} = 1.20 \times 9 = 10.800 \text{ lt}$$

$$\text{ag. fino humedo} = 5.600 \times 9 = 58.500 \text{ kg}$$

$$\text{ag. grueso humedo} = 6.500 \times 9 = 58.23 \text{ kg}$$

## 2. SECUENCIA DE DISEÑO PARA EL CONCRETO EXPERIMENTAL

### 2.1. Resistencia de diseño

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

### 2.2. Selección del asentamiento del concreto

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de (ver tabla N° 01 en anexo):

3" a 4"

### 2.3. Selección del volumen unitario de agua







# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

➤ *Peso del ag. grueso = 1544 kg*

### Fórmula para el peso del agregado grueso:

$\text{Peso AG} = \text{vol. ag. grueso compactado} \times \text{peso unitario seco compactado}$

$$\text{Peso del agregado grueso} = 0.65 \times 1544 = 1003.6 \text{ kg/m}^3$$

### 2.8. Cálculo de volumen absoluto

$$\text{cemento} = \frac{294.12}{3.15 \times 1000} = 0.093 \text{ m}^3$$

$$\text{agua} = \frac{200}{1 \times 1000} = 0.200 \text{ m}^3$$

$$\text{aire} = 2.0 \% = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{ag. grueso} = \frac{1003.6}{2.7 \times 1000} = 0.372 \text{ m}^3$$

$$\sum \text{ de valores conocidos} = 0.685 \text{ m}^3$$

### 2.9. Contenido de agregado fino

$$\text{volumen absoluto del ag. fino} = 1 - 0.685 = 0.315 \text{ m}^3$$

$$\text{peso del ag. fino seco} = 0.315 \times 2.65 \times 1000 = 834.55 \text{ kg/m}^3$$

### 2.10. Valores de diseño

$$\text{cemento} = 294.12 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agua} = 200.00 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{ag. fino seco} = 834.55 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ag. grueso seco} = 1003.6 \text{ kg/m}^3$$

### 2.11. Corrección por humedad del agregado

Corregimos por humedad de los agregados a fin de obtener los valores a ser usados:

#### Agregado fino

$$\text{peso húmedo ag. fino} = 834.55 \times (0.048 + 1)$$

$$\text{peso húmedo ag. fino} = 834.55 \times (1.048) = 874.70 \text{ kg/m}^3$$

#### Agregado Grueso



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS DE INGENIERÍA

Ing. Elizabeth Maza Ambrósio

RECTORADO: Av. José Pedro 194 Chimbote / Perú - Tel: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896  
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos 9 s/n. Urb. Los Pinos Tel: 043 323000 / 325150 / 325486 - Bolognesi Av. Pdo. Bolognesi 421 Tel: 345042  
- Nuevo Chimbote 01 -1 Urb. Los Casuarinas - Tel: 043 312642 - San Luis Nuevo Chimbote Tel: 043 319704  
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Ezo. Aquilino y Espinar - Tel: (043) 345898 - www.usapedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

$$\text{peso húmedo ag. grueso} = 1003.6 \times (0.0048 + 1)$$

$$\text{peso húmedo ag. grueso} = 1001 \times (1.0048) = 1008.42 \text{ kg/m}^3$$

➤ **Humedad superficial del agregado**

$$\text{ag. fino} = \text{contenido de humedad} - \text{absorción}$$

$$\text{ag. fino} = 4.80 - 0.96 = 3.84 \%$$

$$\text{ag. grueso} = \text{contenido de humedad} - \text{absorción}$$

$$\text{ag. grueso} = 0.48 - 0.71 = -0.23 \%$$

➤ **Aporte de humedad de los agregados**

$$\text{ag. fino} = 834.55 \times 0.0384 = 32.05 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{ag. grueso} = 1005.6 \times -0.0023 = -2.31 \text{ lt/m}^3$$

$$\sum \text{de valores conocidos} = 29.70 \text{ lt/m}^3$$

➤ **Agua efectiva**

$$\text{agua efectiva} = 200 - 29.70 = 170.30 \text{ lt/m}^3$$

## 2.12. Pesos de los materiales corregidos

$$\text{cemento} = 294.12 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agua} = 170.30 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{ag. fino húmedo} = 874.70 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ag. grueso húmedo} = 1008.50 \text{ kg/m}^3$$

## 2.13. Proporción en peso.

$$\text{cemento} = 294.12 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agua} = 170.30 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{ag. fino húmedo} = 874.70 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ag. grueso húmedo} = 1008.50 \text{ kg/m}^3$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
PERÚ - HUANUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LIBRE PROFESOR EN INGENIERÍA CIVIL  
- 2000 UNICENSA S.P.

Ing. Elizabeth Maza Ambrós  
D.P. 3165-64  
JEFE





# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

$$\frac{294.12}{294.12} : \frac{874.70}{294.12} : \frac{1008.50}{294.12} : \frac{170.30}{294.12}$$

$$1 : 2.97 : 3.42 : 0.58 \text{ tt/bls}$$

### Peso por tanda (una bolsa de cemento)

$$\text{cemento} = 1.00 \times 42.5 = 42.50 \text{ kg/bolsa}$$

$$\text{agua} = 0.58 \times 42.5 = 24.65 \text{ tt/bolsa}$$

$$\text{ag. fino humedo} = 3.03 \times 42.5 = 126.39 \text{ kg/bolsa}$$

$$\text{ag. grueso humedo} = 3.41 \times 42.5 = 145.75 \text{ kg/bolsa}$$

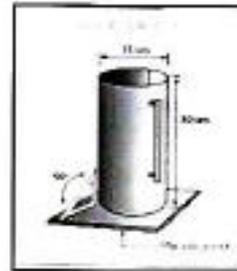
### 2.14. Calculo de material para una probeta

$$V = \pi \times R^2 \times h$$

$$V = \pi \times (7.5)^2 \times 12$$

$$V = 5301.44 \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ m}^3}{(100^3) \text{ cm}^3}$$

$$= 0.00530 \text{ m}^3$$



### Peso para una probeta

$$\text{cemento} = 294.12 \times 0.00530 = 1.600 \text{ kg}$$

$$\text{agua} = 170.30 \times 0.00530 = 1.00 \text{ lt}$$

$$\text{ag. fino humedo} = 874.70 \times 0.00530 = 4.64 \text{ kg}$$

$$\text{ag. grueso humedo} = 1008.5 \times 0.00530 = 5.35 \text{ kg}$$

### 2.15. Peso para una probeta con el 20% de desperdicio

$$\text{cemento} = 1.60 \times 1.20 = 2.00 \text{ kg}$$

$$\text{agua} = 1.00 \times 1.20 = 1.20 \text{ lt}$$

$$\text{ag. fino humedo} = 4.64 \times 1.20 = 5.600 \text{ kg}$$

$$\text{ag. grueso humedo} = 5.35 \times 1.20 = 6.500 \text{ kg}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 S.A. - I.P.A.C.  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MATERIALES DE CONCRETO

Ing. Elizabeth Maza Ambríz  
 D.P. 118244



# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## 1.16. Diseño para 15% con sustitución de ceniza de eucalipto para una probeta.

$$\text{ceniza de eucalipto} = 2.00 \times 0.15 = 0.300 \text{ kg}$$

$$\text{agua} = 1.20 \text{ lr}$$

$$\text{ag. fino} = 5.600 \text{ kg}$$

$$\text{ag. grueso} = 6.500 \text{ kg}$$

$$\text{Ceniza} = 2.00 - 0.300 = 1.700 \text{ kg}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosini  
CIP: 119543  
JRT

**Tabla 14. Dosificación para 9 probetas de concreto patrón**

Material	Cantidad	unidad
Cemento	<b>18.00</b>	<b>kg</b>
Agua	<b>10.800</b>	<b>lts</b>
Agregado fino	<b>50.400</b>	<b>kg</b>
Agregado grueso	<b>58.500</b>	<b>kg</b>

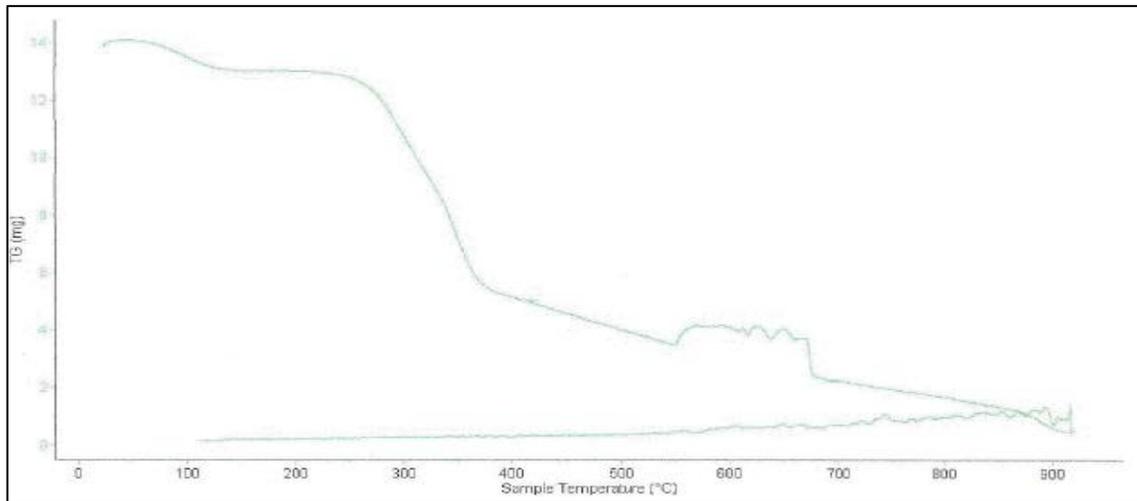
Fuente: elaboración propia.

**Tabla 15: dosificación para una probeta con sustitución de ceniza de eucalipto de 15%**

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	<b>15.300</b>	<b>Kg</b>
Agua	<b>10.800</b>	<b>Lts</b>
Agregado fino	<b>50.400</b>	<b>Kg</b>
Agregado grueso	<b>58.500</b>	<b>Kg</b>
Ceniza de eucalipto	<b>2.700</b>	<b>Kg</b>

Fuente: elaboración propia

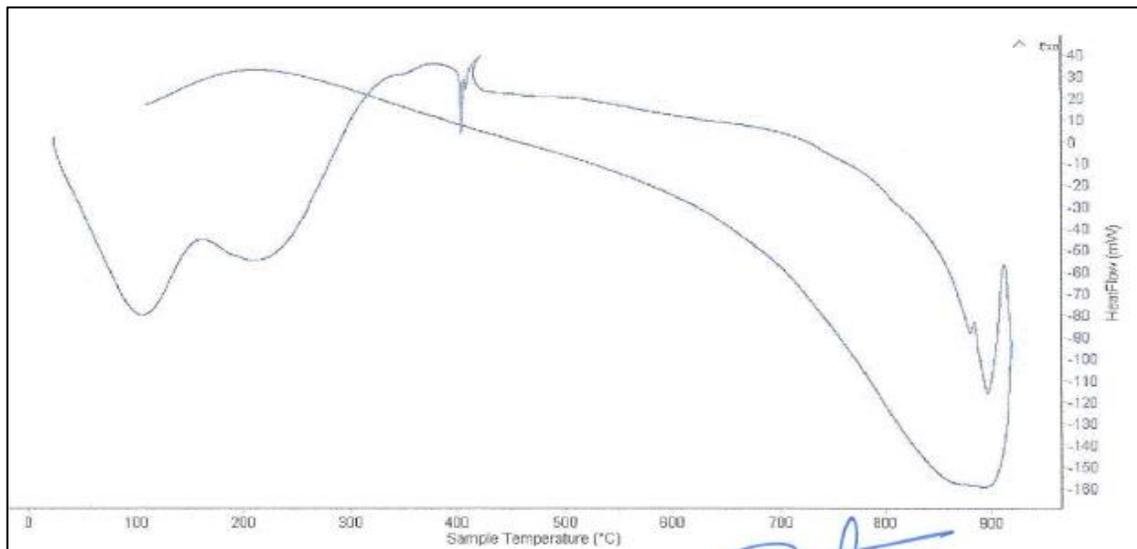
**Grafico 3. Curva de pérdida de masa – Análisis termo gravimétrico**



Fuente: universidad nacional de Trujillo

En la gráfica se puede apreciar dos importantes pérdidas de masa el primero alrededor de los 100° C ya que se da la pérdida de agua debido a la evaporación de la misma, luego se mantiene casi constante y la segunda en torno a 230° C hasta 380°C y donde el material empieza a degradarse, desde ahí se da una pérdida de masa más lenta hasta 820 ° C.

**Grafico 4. Curva calorimétrica ATD.**



Fuente: universidad nacional de Trujillo

La grafica muestra un pico endotérmico aproximadamente a 100°C lo cual indica está absorbiendo calor y produciendo un cambio en la capacidad calorífica manifestándose en calentamiento como consecuencia de esto se producirá evaporación y una transición térmica alrededor de los 400° C, donde descarga energía y se produce un proceso de oxidación.

**Tabla 16. Ensayo de PH de la ceniza de eucalipto.**

Determinación de PH	
Muestra	PH
Cemento	12.39
ceniza de eucalipto	12.8
cemento + 15 % ceniza de eucalipto	12.51

Se observa que el PH de la muestra es determinada como extremadamente alcalino.

**Tabla 17. Composición química de la ceniza de eucalipto.**

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADO (%)	METODO UTILIZADO
Oxido de calcio (CaO)	67.26	FLOURESENCIA DE RAYOS X (FRX)
Trióxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1.65	
Oxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	11.43	
Trióxido de Aluminio(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2.00	
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	17.32	
Pentóxido de Difosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.18	
Óxido de Zinc (ZnO)	0.06	
Oxido de Magnesio (MgO)	0.06	
Oxido de Cobre (CuO)	0.04	

Fuente: LABICER

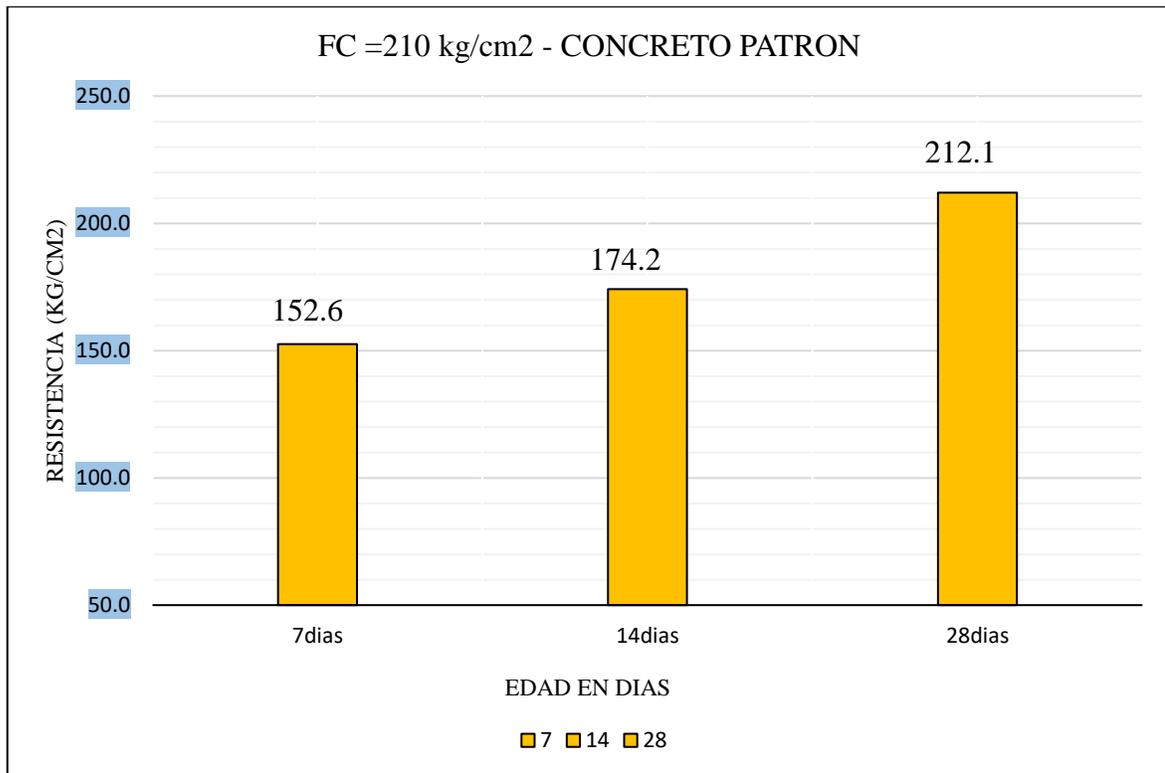
∴ Realizados todos los ensayos en el laboratorio, (tabla 15) resumen de datos necesarios para el diseño de mezcla.

Tabla 18. Resultados del ensayo a compresión d la resistencia promedio del concreto patrón a los 07,14 y 28 días de curado.

CONCRETO PATRÓN		
CURADO	SLUMP	RESIST. EN KG/CM2
7 DIAS	3.4	152.6
14 DIAS	3.4	174.2
28 DIAS	3.4	212.1

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP

Grafico 5. Resistencia promedio del concreto patrón



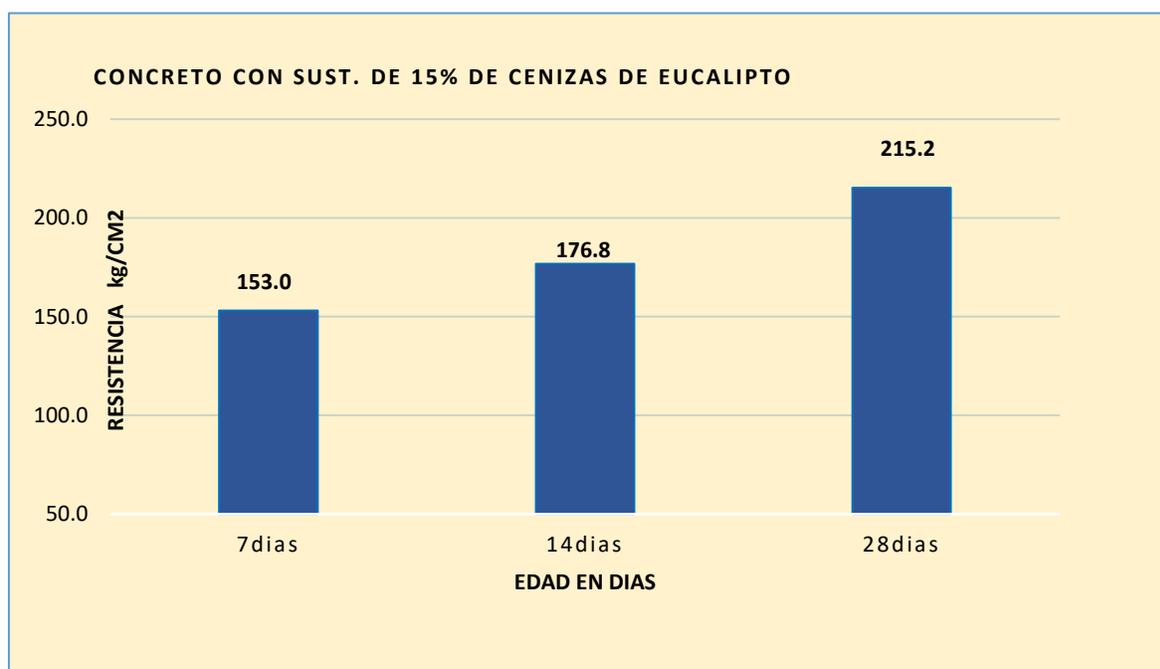
Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP

**Tabla 19. Resultados del ensayo a compresión del concreto con sustitución de 15% de ceniza de eucalipto a los 07,14 y 28 días de curado**

CONCRETO CON SUSTITUCION DEL 15% DE CENIZAS DE EUCALIPTO		
CURADO	SLUMP	RESIST. EN KG/CM2
7 DIAS	3.5	153.0
14 DIAS	3.5	176.8
28 DIAS	3.5	215.2

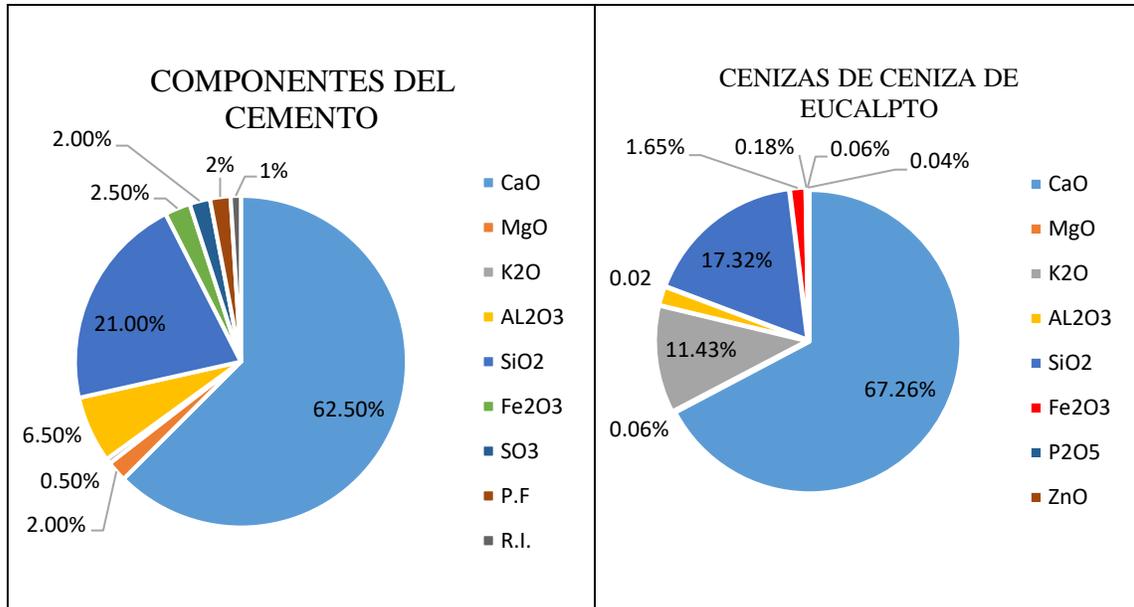
Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP

**Grafica 6. Resistencia promedio a compresión del concreto con sustitución de 15% de ceniza de eucalipto.**



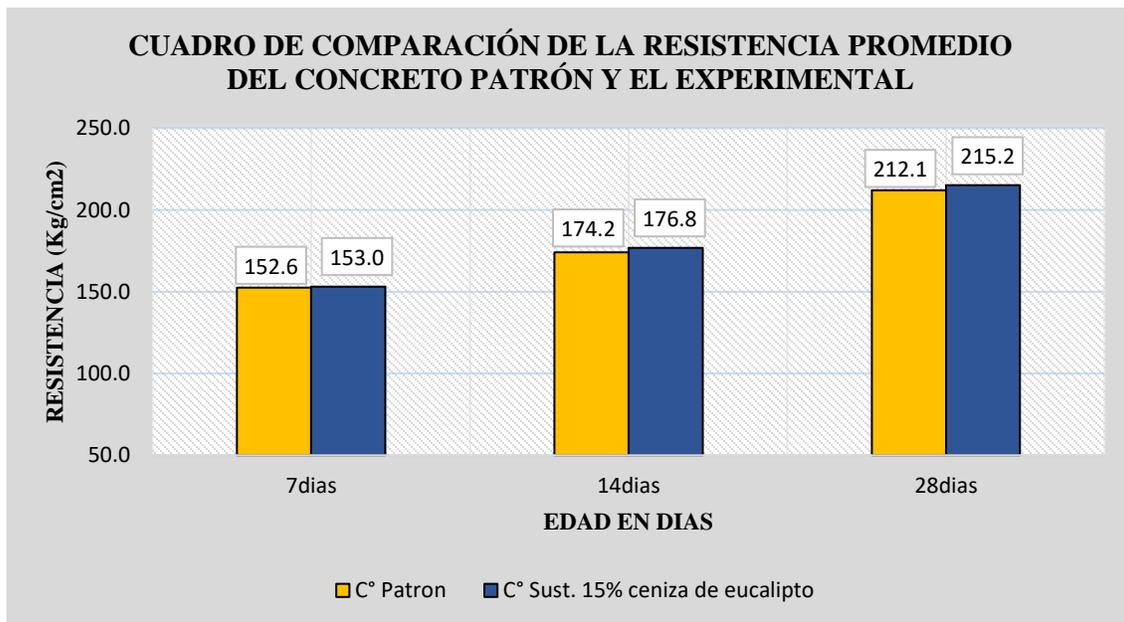
Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP

**Grafico 7. Comparación de las propiedades químicas del cemento y la ceniza de eucalipto.**



Fuente: labicer

**Grafico 8. Cuadro comparativo de la resistencia promedio del concreto patrón y concreto con sustitución de 15% de ceniza de eucalipto.**



Fuente: datos obtenidos de USP.

## PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

**Tabla 20:** Resistencias promedio a la compresión de las probetas de concreto con un porcentaje de cemento sustituido con cenizas de eucalipto de hornos artesanales según días de curado

Días de curado	Resistencia de concreto con porcentaje de sustitución de cemento por ceniza de eucalipto	
	0%	15%
7	152,60	153,00
14	174,20	176,80
28	212,10	215,20

Fuente: Resultados de las ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla 20: se puede apreciar que las resistencias a la compresión de las probetas son mayores a los 28 días de curado y menores resistencias se presenta a los 7 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad (Shapiro - Wilk) y homogeneidad de varianzas (Contraste F) de las resistencias medias obtenidas en las probetas para cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento por cenizas de eucalipto de los hornos artesanales) se procedió a realizar la prueba ANOVA

**Tabla 21** Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas.

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig
Sustitución	6,308	1	6,308	0,005	0,948
Días de curado	0,241	1	0,241	0,000	0,990
Error	3784,112	3	1261,371		
Total	3790,55	5			

Fuente: Resultados de las ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla 21 se puede visualizar que el  $p\text{-value} > \alpha$  ( $0.948 > 0.05$ ) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para no rechazar la hipótesis nula. Por lo que podemos concluir que con un nivel de 5% de significancia las resistencias medias en  $\text{kg/cm}^2$  logradas en las probetas, con sustitución del cemento en 0%, y 15% por cenizas de eucalipto de hornos artesanales, son iguales. También se tienen que para los días de curado  $p\text{-value} > \alpha$  ( $0.990 > 0.05$ ) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas son diferentes a consecuencias de los días de curado.

#### IV: ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Se analizó el material de 400 – 600 °C con un tiempo de 2 horas, directamente tomando como antecedente este dato logrando un porcentaje mayores de 80 % entre los óxidos necesarios (silicio, aluminio, hierro y calcio) para poder sustituir al cemento en 15% y superar su resistencia al compararlo con un concreto patrón en un 1%, cabe mencionar que el material utilizado por este autor es de la misma procedencia del que se analizó en esta investigación. Se tomó a una temperatura de calcinación de 450°C durante 2 horas, se logró obtener un porcentaje de 88.23% entre los óxidos requeridos, se puede observar que lo obtenido por Guerra es inferior en un 18%. En ambos casos se logró incrementar la resistencia al compararlo con un concreto patrón. Se puede considerar también otras temperaturas para optimizar los resultados, puesto que la reacción del material se muestra a partir de 380°C y en otros intervalos de tiempos.

Si comparamos lo realizado por Guerrero(1984) con respecto a mi estudio se puede observar que en porcentajes de sustitución de 15% se logró incrementar la resistencia en todas las edades como se muestra en el gráfico N° 8 que los 7 días incrementa un 0.2%, a los 14 días incrementa un 1.2% y a los 28 días incrementó un 1.5%, no existe mucha diferencia con el concreto patrón y en concreto con sustitución del 15 de cenizas de eucalipto, según las proporciones utilizadas hace que pueda desarrollar resistencias a corto y largo plazo, fraguado inicial, liberación de gran cantidad de calor durante los primeros días de hidratación y endurecimiento rápido siendo esto posible por la presencia de silicatos y calcios.

En la tabla N°17, se puede apreciar que las cenizas de eucalipto tiene dentro de sus componentes químicos más importantes a los óxidos de silicio en 17.32%, aluminio en 2% , hierro en 1.67% y calcio(CaO) en 67.26% , estos valores permiten estimar la actividad puzolánica de este material bajo el estándar de la ASTM C 618 , el cual menciona que la suma de los óxidos de silicio , aluminio y calcio deben superar el 70 % para que un material pueda considerarse como un material puzolánico , en este caso la suma

porcentuales de los óxidos es de 88.23% que supera en un 18.23% el criterio de puzolanidad ya mencionado, es decir el proceso realizado para la activación del material ha permitido obtener un material de gran reactividad puzolánica que al combinarse con los óxidos activados de calcio presentes en el cemento, así como en las cenizas de eucalipto(en un 88.23%) originarían un material cementante. El óxido de potasio se encuentra en un 11.49 % reaccionaría con algunos compuestos presentes en el agregado, dando origen a la expansión del concreto, esto hace que se fisure al sufrir de esfuerzos de tensión interna, ocasionando disminución en la resistencia del concreto.

En la tabla N° 16 se muestra el PH de los materiales utilizados como las cenizas de eucalipto 12.8, el cemento 11.39, las combinaciones de 15% de sustitución con 12.51 de PH, observando valores alcalinos que permitirán la reacción con el cemento para poder alcanzar las resistencias óptimas deseables, ya que debemos tener en cuenta que la activación alcalina de materiales silicoaluminosos con disoluciones fuertemente alcalinas tras un corto periodo de curado permiten obtener un material con buenas propiedades cementantes. Según el manual de inspecciones técnicas de edificios el cemento portland tiene un PH entre 12,6 a 14, las muestras obtenidas del PH del material aglomerante a utilizar permanecen en este rango, lo cual es favorable al mantener un material alcalino lo que ayudará a mejorar la resistencia del concreto.

En el grafico N° 08 ,se observa que el concreto con sustitución del 15% de ceniza de eucalipto a los 7 días aumenta la resistencia en un 0.2%, a los 14 días en un 1.2% y a los 28 dias en un 1.5% , alcanzando un máximo de 215.2 Kg/cm<sup>2</sup>; en la sustitución podemos observar la presencia de silicato tricálcico se pone de manifiesto al observar una gran velocidad de hidratación, con favorables características hidráulicas, produciéndose un rápido endurecimiento que contribuye en forma esencial en las resistencias iniciales en la sustitución de 15%, la presencia de silicatos dicálcico se pone de manifiesto en cuanto a la velocidad de hidratación, fraguado y endurecimiento es más lento logrando alcanzar resistencias superiores a partir de 7 días y obteniendo el máximo valor a los 28 días, esto

se produce por las reacciones de materiales puzolánicos, en este caso se produce una rotura del enlace SiO y AlO de la puzolana por efecto de los iones OH<sup>-</sup> producidos en la hidratación del cemento y la reacción de los iones silicato y aluminato en la disolución.

De la Tabla N° 21 en la prueba ANOVA se puede visualizar que el p-value  $> \alpha$  ( $0.948 > 0.05$ ) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para no rechazar la hipótesis nula. Por lo que podemos concluir que con un nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm<sup>2</sup> logradas en las probetas, con sustitución del cemento en 0%, y 15% por cenizas de eucalipto de hornos artesanales, son iguales.

También se tienen que para los días de curado p-value  $> \alpha$  ( $0.990 > 0.05$ ) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas son diferentes a consecuencias de los días de curado.

## V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones:

Se activó térmicamente las cenizas de eucalipto a 450° C en un tiempo de 2 horas, que es una temperatura óptima debido al cambio de fase producto de ello se producirán óxidos deseados.

La composición química de las cenizas de eucalipto, indica su potencial como puzolana, ya que contiene un 88.23% de componentes puzolánicos en concordancia con la norma ASTM C- 618.

Las muestras son altamente alcalinas resultando similar a la del cemento, obteniendo las combinaciones del 15% valores de 12.58.

Se obtuvo un concreto plástico con una relación agua – cemento de 0.68, tanto para el concreto patrón y experimental.

Producto de la presencia de calcios, silicatos y aluminatos la sustitución del 15% incrementó su resistencia a los 28 días en un 1.5% respectivamente en comparación de un patrón.

**Recomendaciones:**

Se puede optimizar los resultados de las cenizas de eucalipto, analizando a otras temperaturas y a diferentes tiempos.

Reducir el porcentaje de Potasio encontrado en las cenizas de lodo eucalipto.

Para comprobar que es un material que sigue ganando resistencia, se debe alargar las edades de curado en 60, 120 días.

Utilizar otros porcentajes y en otras proporciones de la sustitución de cemento por la combinación de cenizas de lodo de papel y polvo de concha de coquina por ejemplo 12% y 16% para así tener un panorama más amplio en el estudio de estos materiales.

## **VI: DEDICATORIA**

**A dios por su infinito amor, y  
por darme la fuerza de seguir  
perseverante para cumplir  
con mis metas.**

**A mi familia por el sacrificio y lucha  
que hicieron día con día para sacarme  
adelante y haberme forjado como la  
persona que soy en la actualidad,  
mucho de mis logros se lo debo a ellos  
por ser el motor en vida.**

**Un sincero agradecimiento a  
mis docentes por el tiempo y  
dedicación en brindarme sus  
conocimientos, por poner  
mano dura en los momentos  
necesarios.**

## **AGRADECECIMIENTO**

Son muchas las palabras y gestos de apoyo que he recibido durante el desarrollo de mi vida universitaria, tan valioso y tan importante que no puedo dejar de mencionarlos en este momento en el que me encuentro casi al término de este largo camino.

Muchas han sido las personas que han estado conmigo, compartiendo cada uno de mis pequeños logros y sobre todo brindándome una palabra de ánimo en los momentos en que las cosas no salieron del todo bien. A cada uno de ellos quiero dedicarles este trabajo, y desde lo más profundo de mi corazón darles mil gracias.

A mi familia, en especial a mi madre, mi padre y hermanos quienes me han dado todo lo necesario para convertirme en un profesional, incluso dejando de lado sus propias necesidades. Por esa razón esta meta lograda, no es para mí, es para ellos, mi familia, todo lo que soy y llegare a ser se los debo, y no me alcanzara tiempo en esta vida para agradecerles todo lo que me han dado. Hermano gracias por toda tu ayuda, espero que la vida me dé la oportunidad de devolverte como mereces cada una de las noches en vela que haz pasado preocupado por el futuro de este tu hermano, y solo me queda decirte que te amo más que a nada en el mundo, y sin tu cariño y amor no sería nada. El camino aún es largo, pero me conforta el saber, que estarás por mucho tiempo más a mi lado.

## VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- alberto, v. (2010). uso de ceniza de eucalipto como puzolana en morteros. arequipa.*
- Bailon. (1983). estudio de los aridos de la quebrada de nangora y dosificacion en peso y volumen. mexico.*
- Carrasco, F. (2014). Tecnología del Hormigón. colombia: Facultad Regional Santa Fe.*
- escalera. (2012). caracterizacion quimica y reactividad de la ceniza de eucalyptus para uso como adición en morteros y hormigones. bogota.*
- Hernandez, F. (marzo de 2005). <http://www.imcyc.com/cyt/marzo05/CONCEPTOS.pdf>.  
Obtenido de *Conceptos basicos del concreto:*  
<http://www.imcyc.com/cyt/marzo05/CONCEPTOS.pdf>*
- neville, a. (1999). tecnologia del concreto, instituto mexicano del cemento y del concreto. mexico.*
- Romero, H. F. (2004). “análisis de la resistencia mecánica del concreto con adición de fibras de pambil”. loja - ecuador: universidad nacional de loja.*
- salles, j. (2001).  
<https://www.ehu.es/documents/1686888/3913390/26.+Eucalyptus+globulus.pdf>  
. Obtenido de <https://www.ehu.es/documents/>*
- sanchez. (2001). tecnologia del concreto. colombia.*
- Sanchez M, F. L. (2015). relacion de la resistencia a la compresion de cilindros de concreto a edades de 3, 7, 14, 28 y 56 dias respecto a la resistencia a la compresion de cilindros de concreto a edad de 28 dias. trujillo - Perú:  
universidad privada antenor orrego.*
- SERFOR. (2015). servicio nacional forestal y de fauna silvestre-serfor. lima - peru:  
ministerio de agricultura y riego.*

## **VIII: ANEXOS**

## ANEXOS 01

### ENSAYOS DE LOS AGREGADOS



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO

SOLICITA: VILLANUEVA MANRRIQUE JANEL EDWIN

TESIS: RESISTENCIA DE CONCRETO F<sup>c</sup> = 21.0 KG/CM<sup>2</sup> CON SUSTITUCIÓN DE 15% DE CEMENTO POR CENIZAS DE EUCALIPTO DE HORNOS ARTESANALES

LUGAR: HUARAZ

FECHA: 07/09/2017

MATERIAL: AGREGADO FINO

CANTERA: ROLAN

PESO SECO INICIAL	2231
PESO SECO FINAL DESPUES DEL LAVADO	2065.5
PESO MENOR N°200	185.5

N°	TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA
	ABERTURA (mm)				
4	4.75	0	0	0	100
8	2.36	447.5	20.06	20.06	79.94
16	1.18	266	11.92	31.98	68.02
30	0.6	325.8	14.60	46.58	53.42
50	0.3	488.7	21.90	68.49	31.51
100	0.15	395	17.71	86.19	13.81
200	0.075	122.5	5.49	91.69	8.31
Plato		185.5	8.31	100.00	0.00
Total		2231	100.00		

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: N° 8

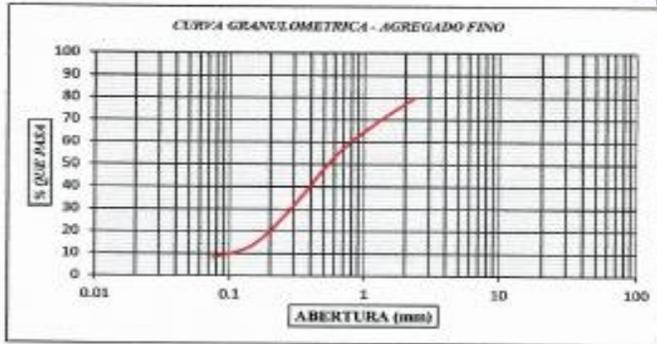
MÓDULO DE FINEZA: 2.5

CONTENIDO DE HUMEDAD: 4.8



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUAMAL  
CALLE SAN JUAN DE LOS RIOS  
CANTON DE HUAMAL, DEPARTAMENTO DE GUAYAS  
CÓDIGO POSTAL: 010101

Ing. Leticia de Mesa Ambrósio  
CIP: 510244  
JEFE



RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbo / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896  
 CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s.m. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 320486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042  
 - Nuevo Chimbo 01 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbo Telf.: 043 319704  
 OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aquino y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usapetro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO**

SOLICITA: VILLANUEVA MANRRIQUE JANEL EDWIN

TESIS: RESISTENCIA DE CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCIÓN DE 15% DE CEMENTO POR CENIZAS DE EUCALIPTO DE HORNO ARTESANALES

LUGAR: HUARAZ

FECHA: 07/09/2017

MATERIAL: AGREGADO GRUESO

CANTERA: ROLAN

PESO SECO INICIAL	14295
PESO SECO FINAL DESPUES DEL LAVADO	
PESO MENOR N°200	

TAMIZ N°	ARETURA (mm)	PESO RETENIDO PARCIAL	% PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA
1"	25.000	0		0	100
3/4"	19.000	3041	21.27	21.27	78.73
1/2"	12.500	8321	58.21	79.48	20.52
3/8"	9.500	1789	12.51	92.00	8.00
N° 4	4.750	1007	7.04	99.04	0.96
N° 8		137	0.96	100.00	0.0
total		14295			

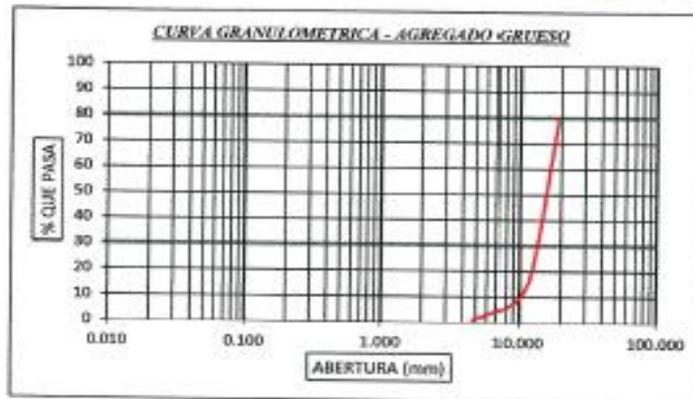
HUMEDAD: 0.48 %

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: 3/4"



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
TEL. HUARAZ - PERU  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA DE PAVIMENTOS  
HUARAZ, PERU

Ing. Elizabeth Maza Ambrosic  
CIP: 316044  
JEFE



RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Peru - Tel.: 043 341078 / 342809 / 320034 Fax: 327896  
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Tel.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Tel.: 345042  
- NUEVO CHIMBOTE 01 - 1 URB. Los Cusúñas - Tel.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Tel.: 043 315704  
OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Tel.: (043) 345299 - www.usapedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71**

SOLICITA: VILLANUEVA MANRRIQUE JANEL EDWIN  
 TESIS: RESISTENCIA DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCIÓN DE 15% DE CEMENTO POR CENIZAS DE EUCALIPTO DE HORNO ARTESANALES  
 LUGAR: HUARAZ  
 FECHA: 07/09/2017  
 MATERIAL: AGREGADO FINO  
 CANTERA: ROLAN

MUESTRA: AGREGADO FINO		
DESCRIPCION		
Recipiente N°	30	31
Peso recipiente + peso húmedo (gr)	1279.6	1271.8
Peso recipiente + peso seco (gr)	1229.1	1221.3
Peso del agua (gr)	50.5	50.5
Peso recipiente (gr)	168.1	163.8
Peso agregado seco (gr)	1061	1057.5
Humedad (%)	4.76	4.78
HUMEDAD PROMEDIO (%)	4.8	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 HUARAZ - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE CARRETERAS Y  
 PAVIMENTACIÓN  
  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 110544  
 JEPC



RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Tel: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896  
 CIUDAD UNIVERSITARIA: - Las Pintas B s/n. Urb. Los Pinos Tel: 043 323505 / 326190 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Tel: 346042  
 - Nueva Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Tel: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Tel: 043 319704  
 OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Tel: (043) 345809 - www.usapedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

SOLICITA: VILLANUEVA MANRRIQUE JANEL EDWIN

TESIS: RESISTENCIA DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCIÓN DE 15% DE CEMENTO POR CENIZAS DE EUCALIPTO DE HORNOS ARTESANALES

LUGAR: HUARAZ

FECHA: 07/09/2017

MATERIAL: AGREGADO GRUESO

CANTERA: ROLAN

MUESTRA: AGREGADO GRUESO		
DESCRIPCION		
Recipiente N°	1	13
Peso recipiente + peso húmedo (gr)	1246.9	1177.8
Peso recipiente + peso seco (gr)	1241.9	1172.8
Peso del agua (gr)	5	5
Peso recipiente (gr)	170.4	165.8
Peso agregado seco (gr)	1071.5	1007
Humedad (%)	0.47	0.50
HUMEDAD PROMEDIO (%)	0.48	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
HUARAZ - PERU  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BACHILLER Y  
POSGRADUADOS

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 119644  
JEFE



RECTORADO: Av. José Pardo 104 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328004 Fax: 327896  
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329480 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042  
- Nuevo Chimbote D1 - Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704  
OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA: VILLANUEVA MANRRIQUE JANEL EDWIN  
 TESIS: RESISTENCIA DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCIÓN DE 15% DE CEMENTO POR CENIZAS DE EUCALIPTO DE HORNOS ARTESANALES  
 LUGAR: HUARAZ  
 FECHA: 07/09/2017  
 MATERIAL: AGREGADO FINO  
 CANTERA: ROLAN

C	IDENTIFICACION	26	30
A	Peso material Saturada Seca (en aire)	300	300
B	Peso frasco + H2O	678.4	683.1
C	Peso frasco + H2O (A+B)	978.4	983.1
D	Peso del material + H2O en el frasco	865.3	870.3
E	Vol. Masa + vol. Vacío (C-D)	113.1	112.8
F	Peso de material Seco en estufa (105° C)	297.1	297.2
G	Vol. Masa E-(A-F)	110.20	110.00
	Pe bulk Base seca (F/E)	2.63	2.63
	Pe bulk Base saturada (A/E)	2.65	2.66
	Pe aparente base seca (F/G)	2.70	2.70
	% absorción ((A-F)/F)*100	0.98	0.94

	PROMEDIO
Pe bulk Base seca (F/E)	2.63
Pe bulk Base saturada (A/E)	2.65
Pe aparente base seca (F/G)	2.70
Absorción promedio (%)	0.96



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 HUARAZ - PERU  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA DE ALUMINOS Y  
 METALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CP: 315544  
 JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Peru - Tel: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327886  
 CIUDAD UNIVERSITARIA: - Las Pintas B s/n. Urb. Las Pintas Tel.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Pco. Bolognesi 421 Tel.: 345042  
 - Nuevo Chimbote 01 - 1 Urb. Las Casuarinas - Tel.: 043 312542 - San Luis Nuevo Chimbote Tel.: 043 319704  
 OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Tel.: (043) 345899 - www.uscpedro.edu.pe - facebook/Universidad San Pedro



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA: VILLANUEVA MANRRIQUE JANEL EDWIN  
 TESIS: RESISTENCIA DE CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCIÓN DE 15% DE CEMENTO POR CENIZAS DE EUCALIPTO DE HORNOS ARTESANALES  
 LUGAR: HUARAZ  
 FECHA: 07/09/2017  
 MATERIAL: AGREGADO GRUESO  
 CANTERA: ROLAN

	IDENTIFICACION	6	13	16
A	Peso mat. Sat. Seca (en aire)	1132.8	1083.6	858.6
B	Peso mat. Sat. Seca (en agua)	712.6	682.5	539.2
C	Vol. Masa / vol. Vacio (A-B)	420.2	401.1	319.4
D	Peso mat. Seco en estufa (105° C)	1125.5	1076	852
E	Vol. Masa C-(A-D)	412.9	393.5	312.8
	Pe bulk Base seca (D/C)	2.68	2.68	2.67
	Pe bulk Base saturada (A/C)	2.70	2.70	2.69
	Pe aparente base seca (D/E)	2.73	2.73	2.72
	% absorción ((A-D)/D)* 100	0.65	0.71	0.77
	% ABSORCION PROMEDIO	0.71		

	PROMEDIO
Pe bulk Base seca (D/C)	2.68
Pe bulk Base saturada (A/C)	2.70
Pe aparente base seca (D/E)	2.73
% ABSORCION PROMEDIO	0.71



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 CIUDA - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 INSTITUTO DE ARQUITECTURA DE BELLEROS  
 DEPARTAMENTO DE RESISTENCIA DE MATERIALES  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 118664  
 JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327595  
 CIUDAD UNIVERSITARIA: - Las Pintas B s/n Urb. Los Pinos Telf: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf: 345042  
 - Nueva Chimbote D1 - 1 Urb. Las Casuarinas - Telf: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf: 043 319704  
 OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf: (043) 345899 - www.usapedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA: VILLANUEVA MANRRIQUE JANEL EDWIN  
 TESIS: RESISTENCIA DE CONCRETO  $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$  CON SUSTITUCIÓN DE 15% DE CEMENTO POR CENIZAS DE EUCALIPTO DE HORNOS ARTESANALES  
 LUGAR: HUARAZ  
 FECHA: 07/09/2017  
 MATERIAL: AGREGADO FINO  
 CANTERA: ROLAN

**PESO UNITARIO SUELTO**

Ensayo N°	1	2	3
Peso material + molde	7595	7600	7590
peso del molde	3426	3426	3426
peso del material	4169	4174	4164
Volumen del molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1502	1504	1500
Peso unitario promedio	1502 kg/m <sup>3</sup>		

**PESO UNITARIO VARILLADO**

Ensayo N°	1	2	3
Peso material + molde	8085	7990	7990
peso del molde	3426	3426	3426
peso del material	4659	4564	4564
Volumen del molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1678	1644	1644
Peso unitario promedio	1665 kg/m <sup>3</sup>		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 PUNTO HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HUARAZ Y  
 PUNTO OMBAYALILLA  
  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CP: 118544  
 JFE

RECTORADO: Av. José Pardo 164 Chimbote / Peru - Tel: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896  
 CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos 8 s.m. Urb. Los Pinos Tel: 043 323005 / 325150 / 328486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Tel: 345042  
 - Nuevo Chimbote D1 - Urb. Las Casuarinas - Tel: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Tel: 043 319704  
 OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinoza - Tel: (043) 345399 - www.usp.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA: VILLANUEVA MANRRIQUE JANEL EDWIN

TESIS: RESISTENCIA DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCIÓN DE 15% DE CEMENTO POR CENIZAS DE EUCALIPTO DE HORNOS ARTESANALES

LUGAR: HUARAZ

FECHA: 07/09/2017

MATERIAL: AGREGADO GRUESO

CANTERA: ROLAN

### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	1	2	3
Peso material + molde	1860	1860	1860
peso del molde	5333	5333	5333
peso del material	1326	1326	1327
Volumen del molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1420	1420	1421
Peso unitario promedio	1421 kg/m <sup>3</sup>		

### PESO UNITARIO VARILLADO

Ensayo N°	1	2	3
Peso material + molde	1975	1977	1976
peso del molde	5333	5333	5333
peso del material	1441	1443	1442
Volumen del molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1543	1546	1544
Peso unitario promedio	1544 kg/m <sup>3</sup>		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
HUARAZ - PERÚ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INSTITUTO DE MECÁNICA DE SUELOS Y  
FUNDACIONES

Ing. Wilfredo Moza Ambrosio  
CIP: 116944  
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328094 Fax: 327896  
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B. sin. Urb. Los Pinos Telf.: 043 328506 / 328150 / 329488 - Bolognesi Av. Pao. Bolognesi 421 Telf.: 345042  
- Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704  
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinoza - Telf.: (043) 34 5399 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION FC = 210 KG/CM2

SOLICITA: VILLANUEVA MANRIQUE JANEL EDWIN

TESIS: RESISTENCIA DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCIÓN DE 15% DE CEMENTO POR CENIZAS DE EUCALIPTO DE HORNOS ARTESANALES

LUGAR: HUARAZ FECHA: 07/09/2017

N° DE TESTIGO	SLUM	ESTRUCTURA	FECHA DE		EDAD EN DIAS	CARGA EN KILOS	RESIST. EN KG/CM2	% DE DISEÑO	PROMEDIO kg/cm2
			MOLEDO	ROTURA					
1	3.4	C* Patrón	09/08/2017	16/08/2017	7	26550	150.3	71.5	152.6
2	3.4	C* Patrón	09/08/2017	16/08/2017	7	27000	152.8	72.8	
3	3.4	C* Patrón	09/08/2017	16/08/2017	7	27320	154.6	73.6	
4	3.4	C* Patrón	02/08/2017	16/08/2017	14	30390	172.0	81.9	174.2
5	3.4	C* Patrón	02/08/2017	16/08/2017	14	31150	176.3	83.9	
6	3.4	C* Patrón	02/08/2017	16/08/2017	14	30780	174.2	82.9	
7	3.4	C* Patrón	02/08/2017	30/08/2017	28	37390	211.6	100.8	212.1
8	3.4	C* Patrón	02/08/2017	30/08/2017	28	37410	211.7	100.8	
9	3.4	C* Patrón	02/08/2017	30/08/2017	28	37610	212.8	101.4	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
HUARAZ - PERU  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA DE CIENCIAS  
INGENIERIA DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 118044  
JERC

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Peru - Telf: 043 341078 / 342909 / 328034 Fax: 327898  
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf: 043 323505 / 326150 / 326486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf: 346042  
- Nuevo Chimbote D1 - 1 Urb. Las Cascañitas - Telf: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf: 043 319704  
OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Esq. Aguirre y Estelar - Telf: (043) 345889 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



## ANEXO 02

### ENSAYO DE ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 18 de Julio del 2017

INFORME N° 59 - JUL 17

Solicitante: Villanueva Manrique Janel - Universidad San Pedro

RUC/DNI: .....

Supervisor: .....

#### 1. MUESTRA: Ceniza de eucalipto (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CE-59M	15.6 mg	.....

#### 2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

#### 3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 15.6 mg

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

Danny Chávez Novoa

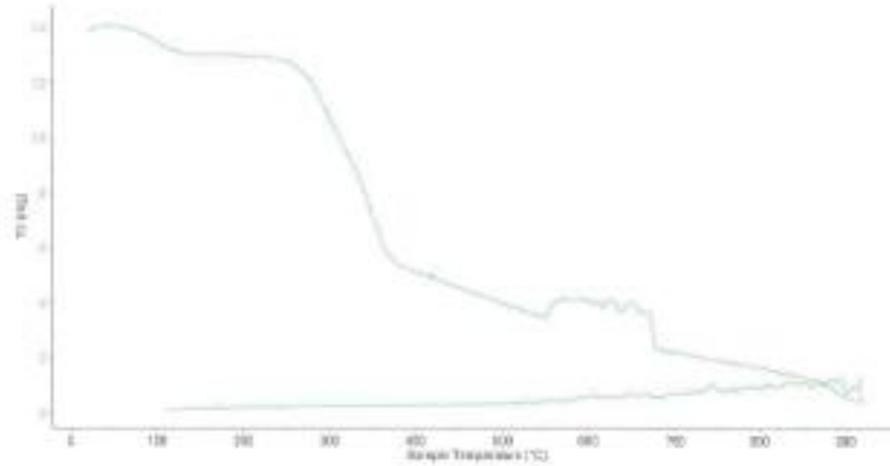


Trujillo, 18 de Julio del 2017

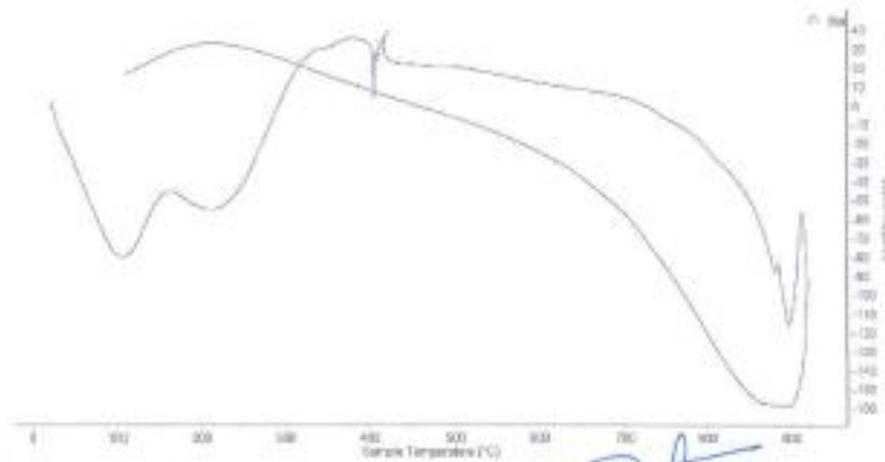
INFORME N° 59 - JUL 17

#### 4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica ATD



*Darby M. Chávez Novoa*  
Darby M. Chávez Novoa



## ANEXO 03

### ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CENIZA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LABICER (Laboratorio N° 12)  
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



#### INFORME TÉCNICO N° 1172 – 17 – LAB. 12

1. DATOS DEL SOLICITANTE
  - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : JANEL VILLANUEVA MANRIQUE
  - 1.2 D.N.I. : 70176504
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
  - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 17 / 08 / 2017
  - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 21 / 08 / 2017
  - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 22 / 08 / 2017
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA
  - 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZA DE EUCALIPTO DE HORNOS ARTESANALES
  - 4.2 TESIS : "RESISTENCIA DE CONCRETO  $f_c=910 \text{ Kg/cm}^2$  CON SUSTITUCIÓN DE 15 % DE CEMENTO POR CENIZAS DE EUCALIPTO DE HORNOS ARTESANALES"
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 22.5 °C; Humedad relativa: 65%
7. EQUIPO UTILIZADO : Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X. SHIMADZU, EDX 800-HS.
8. RESULTADOS
  - 8.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL DE LAS CENIZAS DE EUCALIPTO DE HORNOS ARTESANALES

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Calcio (Ca)	67,00	Fluorescencia de Rayos X. SHIMADZU, EDX 800-HS.
Silicio (Si)	16,92	
Potasio (K)	13,25	
Aluminio (Al)	1,48	
Hierro (Fe)	1,08	
Fósforo (P)	0,11	
Zinc (Zn)	0,07	
Magnesio (Mg)	0,05	
Cobre (Cu)	0,04	



8.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL DE LAS CENIZAS DE EUCALIPTO DE HORNOS ARTESANALES EXPRESADA COMO ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%) *	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Calcio (CaO)	67,28	Fluorescencia de Rayos X SHIMADZU, EDX 800-MS
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	17,32	
Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	11,43	
Tríóxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2,00	
Tríóxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1,65	
Pentóxido de Difósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,18	
Óxido de Zinc (ZnO)	0,08	
Óxido de Magnesio (MgO)	0,06	
Óxido de Cobre (CuO)	0,04	

\*Los resultados de porcentaje de óxidos fueron calculados del análisis elemental.

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

  
Bach. Jesús Utano Reyes  
Analista Químico  
LABICER - UNI

  
M.Sc. Cecilia Acha de la Cruz  
Responsable de Análisis  
Jefa de Laboratorio  
CQP 202

[\*] El Laboratorio se es responsable del muestreo y de la procedencia de la muestra.

ANEXO



FIGURA 1. ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X



## ANEXO 04

### ANÁLISIS DEL PH DE LA CENIZA DE EUCALIPTO



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**"Santiago Antúnez de Mayolo"**  
**"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN**  
Telefax: 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

**TITULO DE TESIS:** "Resistencia de Concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con Sustitución de 15 % de Cemento por Cenizas de Eucalipto de Hornos Artesanales"

**TESISTA** : VILLANUEVA MANRRIQUE, Janel Edwin

**MUESTRA** : Cemento

**LUGAR DE MUESTREO:** Huazaz

**FECHA DE MUESTREO:** 11 de agosto del 2017

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 11 de agosto del 2017

**FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:** 15 de agosto del 2017

**FECHA DE TERMINO DEL ANÁLISIS:** 15 de agosto del 2017

Muestra	pH
Cemento	12.39

#### ENSAYOS:

1.-Determinación de pH

#### OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

#### CONCLUSIONES:

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalino

Huazaz, 15 de Agosto del 2017

Ing. Msc. Alejandro Castillo Romero  
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**"Santiago Antúnez de Mayolo"**  
**"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN**  
Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ - REGIÓN ANCAJH**



### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

**TITULO DE TESIS:** "Resistencia de Concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con Sustitución de 15 % de Cemento por Cenizas de Eucalipto de Hornos Artesanales"

**TESISTA :** VILLANUEVA MANRRIQUE, Jansel Edwin

**MUESTRA :** Cenizas de Eucalipto

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz

**FECHA DE MUESTREO:** 11 de agosto del 2017

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 11 de agosto del 2017

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 15 de agosto del 2017

**FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS:** 15 de agosto del 2017

Muestra	pH
Cenizas de Eucalipto	12.80

**ENSAYOS:**

1-Determinación de pH

**OBSERVACIONES:**

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

**CONCLUSIONES:**

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalino

Huaraz, 15 de Agosto del 2017

Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero  
DIRECTOR LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**"Santiago Antúnez de Mayolo"**  
**"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN**  
Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

**TÍTULO DE TESIS:** "Resistencia de Concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con Sustitución de 15 % de Cemento por Cenizas de Eucalipto de Hornos Artesanales"

**TESISTA :** VILLANUEVA MANRRIQUE, Janel Edwin

**MUESTRA :** Cemento + 15 % de Cenizas de Eucalipto

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz

**FECHA DE MUESTREO:** 11 de agosto del 2017

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 11 de agosto del 2017

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 15 de agosto del 2017

**FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS:** 15 de agosto del 2017

Muestra	pH
Cemento + 15 % de Cenizas de Eucalipto	12.51

**ENSAYOS:**

1.-Determinación de pH

**OBSERVACIONES:**

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

**CONCLUSIONES.**

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalino

Huaraz, 15 de Agosto del 2017

Mg. M. Sc. *[Signature]* Castro Romero  
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS  
DE SUELOS Y AGUAS

**ANEXO 05**  
**PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO**



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO**

**SOLICITA: VILLANUEVA MANRRIQUE JANEL EDWIN**

**TESIS: RESISTENCIA DE CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 CON  
SUSTITUCION DE 15% DE CEMENTO POR CENIZAS DE  
EUCALIPTO DE HORNOS ARTESANALES**

**LUGAR: HUARAZ**

**FECHA: 06/05/2018**

**MATERIAL: CEMENTO SOL TIPO I**

1	FECHA	06/05/2018
2	MUESTRA N°	1
3	FRASCO N°	1
4	PLATO DE EVAPORACION N°	1
5	PESO P_LATO EVAP. + CEMENTO	268.3
6	PESO P_LATO DE EVAPORACION	168.2
7	PESO CEMENTO SECO (5) - (6)	100.1
8	TEMPERATURA T°C	18 °C
9	PESO FRASCO + AGUA+ CEMENTO	738
10	PESO FRASCO + AGUA a T °C	669.7
11	PESO DEL CEMENTO SUMERGIDO (9-10)	68.3
12	VOLUMEN DESPLAZADA (7) -(11)	31.8
13	PESO ESPECIFICO (7) / (12)	3.15



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
PEHU - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
CIENECIA DE MATERIALES  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 1155-64  
JCFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Tel: 043 341075 / 342809 / 329034 Fax: 327390  
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos II s/n. Urb. Los Pinos Tel: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Tel: 345042  
- Nueva Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Tel: 043 312542 - San Luis Nuevo Chimbote Tel: 043 319704  
OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Tel: (043) 345699 - www.usapedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

## ANEXO 06

### PESO ESPECÍFICO DE LA CENIZA DE EUCALIPTO



#### PESO ESPECIFICO DE LA CENIZA

SOLICITA: VILLANUEVA MANRRIQUE JANEL EDWIN  
TESIS: RESISTENCIA DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCIÓN DE 15% DE CEMENTO POR CENIZAS DE EUCALIPTO DE HORNOS ARTESANALES  
LUGAR: HUARAZ  
FECHA: 30/10/2017  
MATERIAL: CENIZA DE EUCALIPTO

1	FECHA	30/10/2017
2	MUESTRA N°	1
3	FRASCO N°	2
4	PLATO DE EVAPORACION N°	2
5	PESO PLATO EVAP. + CENIZA SECO	268.5
6	PESO PLATO DE EVAPORACION	168.5
7	PESO CENIZA SECO (5) - (6)	100
8	TEMPERATURA T°C	18 °C
9	PESO FRASCO + AGUA+ CENIZA	738.5
10	PESO FRASCO + AGUA a T °C	669.9
11	PESO DE LA CENIZA SUMERGIDO (9-10)	68.6
12	VOLUMEN DESPLAZADA (7)-(11)	31.4
13	PESO ESPECIFICO (7) / (12)	3.18
14	PESO ESPECIFICO EN PROMEDIO	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
TE. LA - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MATERIAS DE CONSTRUCCION  
MATERIA DE MATERIALES  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEE



# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## PESO ESPECÍFICO DE LA CENIZA

SOLICITA: VILLANUEVA MANRIQUE JANEL

TESIS: RESISTENCIA DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCIÓN DE 15% DE CEMENTO POR CENIZAS DE EUCALIPTO DE HORNO ARTESANALES

LUGAR: HUARAZ

FECHA: 31/10/2017

MATERIAL: 85 % DE CEMENTO, 15 % DE CENIZA DE EUCALIPTO

1	FECHA	31/10/2017
2	MUESTRA N°	1
3	FRASCO N°	2
4	PLATO DE EVAPORACION N°	2
5	PESO PLATO EVAP. + CENIZA SECO	268.5
6	PESO PLATO DE EVAPORACION	168.5
7	PESO CENIZA SECO (5) - (6)	100
8	TEMPERATURA T°C	18 °C
9	PESO FRASCO + AGUA+ CENIZA	738.2
10	PESO FRASCO + AGUA á T °C	669.9
11	PESO DE LA CENIZA SUMERGIDO (9-10)	68.3
12	VOLUMEN DESPLAZADA (7) -(11)	31.7
13	PESO ESPECIFICO (7) / (12)	3.155



**ANEXO 07**  
**PANEL FOTOGRAFICO**



**Agregados de la cantera “rolan” que se utilizaron para los ensayos de la investigación.**





Cuarteo y tamizado de los agregados para el análisis granulométrico.



Ensayo de contenidos de humedad y pesos unitarios de los agregados.



Calcinación de la ceniza de eucalipto en el horno mufla de la UNASAM.





Limpieza y moldeo



Pesando los materiales para la elaboración de la mezcla  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Realizando la mezcla de los materiales





Realizando la prueba del cono de abrams



Llenado de mezcla a los moldes





Rotura de probetas a los 7, 14 y 28 días de curado.

